Reacciones redox

Test de 10 preguntas y flashcards de este tema en farmeandopau.com ›

Última revisión: 15 de noviembre de 2026.

Escanea y haz el test del tema

LA IDEA EN 30 SEGUNDOS

En una reacción **redox** una especie pierde electrones (**se oxida**: es el **reductor**) y otra los gana (**se reduce**: es el **oxidante**); el **número de oxidación** te dice quién es quién. El tema sale en **50 de las 68 convocatorias** de 2025 y 2026, en las 17 comunidades, y casi siempre igual: **ajuste por el método del ion-electrón** (46 de 68), con las semirreacciones, la ecuación iónica y la molecular, y después un cálculo **estequiométrico** con riqueza, gases o rendimiento (33 de 68). Prepara el **medio ácido** y el **medio básico**, y las **volumetrías redox** con permanganato o dicromato.

1 Oxidación y reducción: un intercambio de electrones

Una reacción **redox** (de reducción-oxidación) es una transferencia de electrones: una especie los **pierde** y otra los **gana**, a la vez y en la misma cantidad. Históricamente, «oxidarse» era combinarse con oxígeno y «reducir» un mineral era sacar de él el metal; hoy las dos palabras se definen con electrones y con el **número de oxidación**, que sirve también cuando no hay oxígeno por ningún lado ($2\,Na + Cl_2 \longrightarrow 2\,NaCl$).

- **Oxidación:** pérdida de electrones; el número de oxidación **sube**. $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$.
- **Reducción:** ganancia de electrones; el número de oxidación **baja**. $Cl_2 + 2\,e^- \longrightarrow 2\,Cl^-$.
- **Oxidante** es la especie que **se reduce** (gana los electrones que le quita a otra); **reductor** es la que **se oxida** (los cede). Parece un trabalenguas: el oxidante oxida a otro y por eso él se reduce.
- Las dos mitades van siempre juntas: no hay oxidación sin reducción. Por eso el ajuste exige **electrones perdidos = electrones ganados**.
- Un **par redox** es la pareja forma oxidada / forma reducida de una misma especie: Fe^{3+}/Fe^{2+}, MnO_4^-/Mn^{2+}, Cu^{2+}/Cu. Cuanto más oxidante es la forma oxidada, más débil como reductor es su forma reducida. Qué par gana a cuál lo deciden los potenciales estándar: lo ves en el Tema 16.

Oxidante

se reduce

- **Gana** electrones
- Su número de oxidación **baja**
- Ej.: MnO_4^-, $Cr_2O_7^{2-}$, NO_3^- en ácido, Cl_2, O_2, H_2O_2
- Aparece en la semirreacción de **reducción**

Reductor

se oxida

- **Cede** electrones
- Su número de oxidación **sube**
- Ej.: metales (Zn, Fe, Cu, Al), Fe^{2+}, I^-, H_2S, $C_2O_4^{2-}$, SO_3^{2-}
- Aparece en la semirreacción de **oxidación**

Especie no es lo mismo que elemento

Si te preguntan «el oxidante», contesta con la **especie** ($KMnO_4$ o el ion MnO_4^-), y si te preguntan «el elemento que se reduce», con el **elemento** y sus números de oxidación (Mn: de +7 a +2). Canarias lo dejó por escrito en el acta de coordinación de 20-03-2026 (curso 2025-26): «No se considerará correcto decir que la especie oxidante es el Mn, cuando interviene el MnO4- o KMnO4». Asturias puntúa por separado «el elemento que se reduce y sus estados de oxidación inicial y final» (0,25) y la semirreacción (0,25).

2 El número de oxidación: reglas y cálculo

El **número de oxidación** es la carga que tendría un átomo si todos sus enlaces con átomos de otro elemento fueran iónicos (los electrones de cada uno de esos enlaces se asignan al átomo más electronegativo; los de un enlace entre átomos iguales, como el O–O del H_2O_2, se reparten a partes iguales). No es una carga real, pero permite seguir los electrones. Se escribe con el signo delante: +7, -2.

- **Cómo se calcula:** pon una incógnita al átomo dudoso y haz que la suma cuadre. En el $K_2Cr_2O_7$: $2(+1) + 2x + 7(-2) = 0$, así que $x = +6$. En el MnO_4^-: $x + 4(-2) = -1$, $x = +7$. En el NH_4^+: $x + 4(+1) = +1$, $x = -3$. En el $C_2O_4^{2-}$ (oxalato): $2x + 4(-2) = -2$, $x = +3$.
- **Valores medios.** A veces sale un número no entero: en el tetrationato $S_4O_6^{2-}$, $4x + 6(-2) = -2$ da $x = +2{,}5$. Es un **promedio** de los cuatro azufres (Murcia 2025 pidió el del tiosulfato $S_2O_3^{2-}$, +2, y el del tetrationato).
- **Una reacción es redox si algún número de oxidación cambia.** Si no cambia ninguno (precipitación, neutralización, descomposición de un carbonato), no es redox, aunque haya ácidos, gases o calor.
- Los elementos que más se repiten en la PAU y sus números de oxidación están en la figura: memoriza al menos el Mn (+7, +4, +2), el Cr (+6, +3), el N (+5, +4, +2, -3), el S (+6, +4, 0, -2) y el Cl (+5, +1, 0, -1).

Regla	Número de oxidación	Ejemplo
Elemento sin combinar	0	Fe, O_2, Cl_2, S_8
Ion monoatómico	su carga	Fe^{3+}: +3; S^{2-}: -2
Flúor en compuestos	-1 siempre	HF, OF_2
Oxígeno	-2 (-1 en peróxidos; +2 en OF_2)	H_2O: -2; H_2O_2: -1
Hidrógeno	+1 (-1 en hidruros metálicos)	HCl: +1; NaH: -1
Grupos 1 y 2	+1 y +2	K en $KMnO_4$: +1
Suma de todos	0 en un compuesto; la carga en un ion	SO_4^{2-}: S + 4(-2) = -2 → S = +6

Si dos reglas chocan, manda la de arriba: en el OF_2 el F es -1 y por eso el O queda en +2.

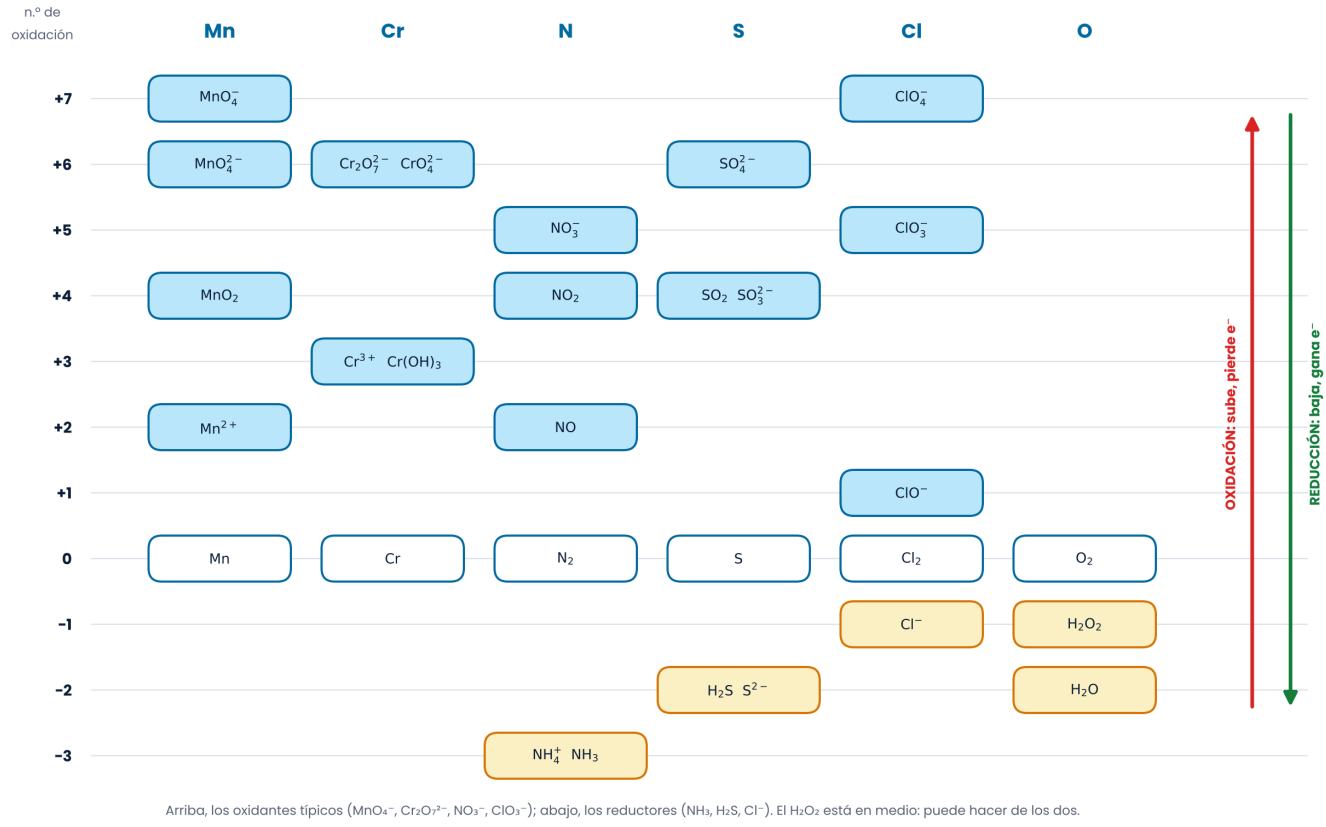
¿ES REDOX? (ARAGÓN 2026)

Aragón · PAU 2026 ordinaria · 4B (0,4 puntos cada apartado): «Indique, justificando la respuesta, si los siguientes procesos son de oxidación-reducción, o si, por el contrario, no se trata de un proceso redox. En el caso de los sistemas redox indique qué especie es el agente oxidante y cuál es el agente reductor.» a) $2\,Al + 6\,HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,H_2$; c) $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$; e) $TiO_2 + 2\,H^+ \longrightarrow TiO^{2+} + H_2O$.

Respuesta modelo

a) **Sí es redox:** el Al pasa de 0 a +3 (se oxida: es el **reductor**) y el H pasa de +1 a 0 (se reduce: el **oxidante** es el H^+ del HCl). c) **No es redox:** Ca +2, C +4 y O -2 a los dos lados. e) **No es redox:** el Ti es +4 en el TiO_2 ($x + 2(-2) = 0$) y +4 en el TiO^{2+} ($x - 2 = +2$); es una reacción ácido-base.

Por qué puntúa. La solución oficial da 0,2 puntos al cambio de números de oxidación y 0,1 a cada agente; en las que no son redox, 0,2 a los números de oxidación y 0,2 a la conclusión. Sin escribir los números de oxidación no hay justificación.



Arriba, los oxidantes típicos (MnO_4^-, $Cr_2O_7^{2-}$, NO_3^-, ClO_3^-); abajo, los reductores (NH_3, H_2S, Cl^-). El H_2O_2 está en medio: puede hacer de los dos.

La escalera de los números de oxidación. Las especies que más salen en los ajustes de la PAU, colocadas según el número de oxidación del elemento de cada columna. Subir un peldaño es oxidarse; bajarlo, reducirse.

3 Los oxidantes y reductores que tienes que reconocer

El examen casi siempre te da reactivos y productos, pero tienes que saber **en qué se convierte** cada especie para escribir sus semirreacciones. Estas son las de los ejercicios de 2025-2026; todas están ajustadas en átomos y en carga.

- **El H_2O_2 hace de los dos.** Su O está en -1, entre el 0 del O_2 y el -2 del H_2O. Frente a un oxidante fuerte como el $KMnO_4$ es **reductor** (se desprende O_2: País Vasco 2026, Castilla y León 2026); frente a un reductor (I^-, Fe^{2+}) es **oxidante** y pasa a agua.

- **El ácido nítrico** se reduce a NO si está diluido y a NO_2 si está concentrado; el enunciado te dice cuál sale. Con un reductor muy fuerte (Zn) puede llegar hasta NH_4^+: $NO_3^- + 10\,H^+ + 8\,e^- \longrightarrow NH_4^+ + 3\,H_2O$ (Cantabria 2026, extraordinaria).
- **Metales y ácidos.** El H^+ de un ácido como el HCl solo oxida a los metales con potencial de reducción negativo (Zn, Fe, Al): sale H_2. El cobre y la plata no reaccionan con HCl; sí con el HNO_3, porque el oxidante es el nitrato. El porqué con potenciales está en el Tema 16.
- **El cobre y el ácido sulfúrico:** el que oxida al Cu es el H_2SO_4 **concentrado** (y en caliente), que se reduce a SO_2. Con el sulfúrico diluido el cobre no reacciona: el H^+ no puede oxidarlo (Tema 16) y el sulfato diluido y en frío tampoco. El enunciado de la Comunitat Valenciana (2025, ordinaria) dice «diluido», pero el propio ejercicio usa un ácido del 96 %, es decir, concentrado: es una imprecisión del enunciado y se resuelve con sus datos.

Especie	Pasa a	Semirreacción ajustada	Medio
MnO_4^- (violeta)	Mn^{2+} (casi incoloro)	$MnO_4^- + 8\,H^+ + 5\,e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4\,H_2O$	ácido
MnO_4^-	MnO_2 (sólido pardo)	$MnO_4^- + 2\,H_2O + 3\,e^- \longrightarrow MnO_2 + 4\,OH^-$	neutro o básico
MnO_4^-	MnO_4^{2-} (manganato, verde)	$MnO_4^- + e^- \longrightarrow MnO_4^{2-}$	muy básico
$Cr_2O_7^{2-}$ (naranja)	Cr^{3+} (verde)	$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$	ácido
CrO_4^{2-} (amarillo)	$Cr(OH)_3$	$CrO_4^{2-} + 4\,H_2O + 3\,e^- \longrightarrow Cr(OH)_3 + 5\,OH^-$	básico
NO_3^- (HNO_3 diluido)	NO	$NO_3^- + 4\,H^+ + 3\,e^- \longrightarrow NO + 2\,H_2O$	ácido
NO_3^- (HNO_3 concentrado)	NO_2	$NO_3^- + 2\,H^+ + e^- \longrightarrow NO_2 + H_2O$	ácido
SO_4^{2-} (H_2SO_4 concentrado)	SO_2	$SO_4^{2-} + 4\,H^+ + 2\,e^- \longrightarrow SO_2 + 2\,H_2O$	ácido
ClO_3^-	Cl^-	$ClO_3^- + 6\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow Cl^- + 3\,H_2O$	ácido
H_2O_2 como oxidante	H_2O	$H_2O_2 + 2\,H^+ + 2\,e^- \longrightarrow 2\,H_2O$	ácido
H_2O_2 como reductor	O_2	$H_2O_2 \longrightarrow O_2 + 2\,H^+ + 2\,e^-$	ácido
I^-, Cl^-	I_2, Cl_2	$2\,I^- \longrightarrow I_2 + 2\,e^-$	no lleva H^+ ni OH^-
$C_2O_4^{2-}$ (oxalato)	CO_2	$C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2\,CO_2 + 2\,e^-$	ácido
SO_3^{2-} (sulfito)	SO_4^{2-}	$SO_3^{2-} + H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2\,H^+ + 2\,e^-$	ácido
H_2S	S	$H_2S \longrightarrow S + 2\,H^+ + 2\,e^-$	ácido
Fe^{2+}, Sn^{2+}	Fe^{3+}, Sn^{4+}	$Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2\,e^-$	no lleva H^+ ni OH^-

El ácido oxálico ($H_2C_2O_4$) se escribe a veces sin disociar: $H_2C_2O_4 \longrightarrow 2\,CO_2 + 2\,H^+ + 2\,e^-$. Las dos formas valen si están ajustadas.

4 Ajuste por el método del ion-electrón en medio ácido

El RD 243/2022 pide expresamente el «Método del ion-electrón para ajustar ecuaciones químicas de oxidación-reducción». Se trabaja con las especies que de verdad reaccionan (iones y moléculas) y se ajustan por separado las dos mitades. Es lo que más cae del tema: **46 de las 68 convocatorias** de 2025 y 2026, en 16 comunidades.

- **Ejemplo completo:** $K_2Cr_2O_7 + HCl \longrightarrow CrCl_3 + Cl_2 + KCl + H_2O$ (salió en Andalucía 2025 extraordinaria; con $Na_2Cr_2O_7$, en Canarias 2025 ordinaria). Paso 1: el Cr baja de +6 a +3 y el Cl sube de -1 a 0. Paso 2: iones que cambian, $Cr_2O_7^{2-}$ y Cl^-.
- **Reducción:** $Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2\,Cr^{3+}$ (2 Cr a cada lado); 7 O → $+\,7\,H_2O$ a la derecha; 14 H → $14\,H^+$ a la izquierda; carga $-2 + 14 = +12$ a la izquierda y $+6$ a la derecha → 6 electrones a la izquierda:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$$

- **Oxidación:** $2\,Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2\,e^-$. Para igualar, la multiplicas por 3 (6 electrones).
- **Iónica:** $Cr_2O_7^{2-} + 6\,Cl^- + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 3\,Cl_2 + 7\,H_2O$. Carga: $-2 - 6 + 14 = +6$ a la izquierda y $+6$ a la derecha.
- **Molecular:** los 14 H^+ salen de 14 HCl: 6 de sus Cl se oxidan a $3\,Cl_2$ y los otros 8 acaban como espectadores en $2\,CrCl_3$ (6 Cl) y $2\,KCl$ (2 Cl):

$$K_2Cr_2O_7 + 14\,HCl \longrightarrow 2\,CrCl_3 + 3\,Cl_2 + 2\,KCl + 7\,H_2O$$

  Comprueba: K 2, Cr 2, O 7, H 14 y Cl 14 a cada lado.
- Murcia lo dice en sus «Consejos para el examen» (PAU 2026, siguen enlazados en la documentación de 2027): si se pide el método del ion-electrón «no se admite hacerlo "a ojo"», y las semirreacciones «tienen que estar completamente ajustadas, en átomos y en cargas». Y Galicia, en la valoración de 2025, señala como fallo repetido escribir las semirreacciones **sin las cargas de los iones**.

1. Números de oxidación

Busca qué elemento sube (se oxida) y cuál baja (se reduce). Así sabes qué especies van en cada semirreacción.

2. Forma iónica

Separa en iones los ácidos fuertes, las bases fuertes y las sales solubles. Deja sin separar los elementos, los óxidos, el agua, los gases y los sólidos.

3. Semirreacciones y átomos

Escribe la de oxidación y la de reducción. Ajusta primero los átomos que no son O ni H.

4. O con agua, H con H^+

Añade H_2O donde falte oxígeno y luego H^+ donde falte hidrógeno.

5. Carga con electrones

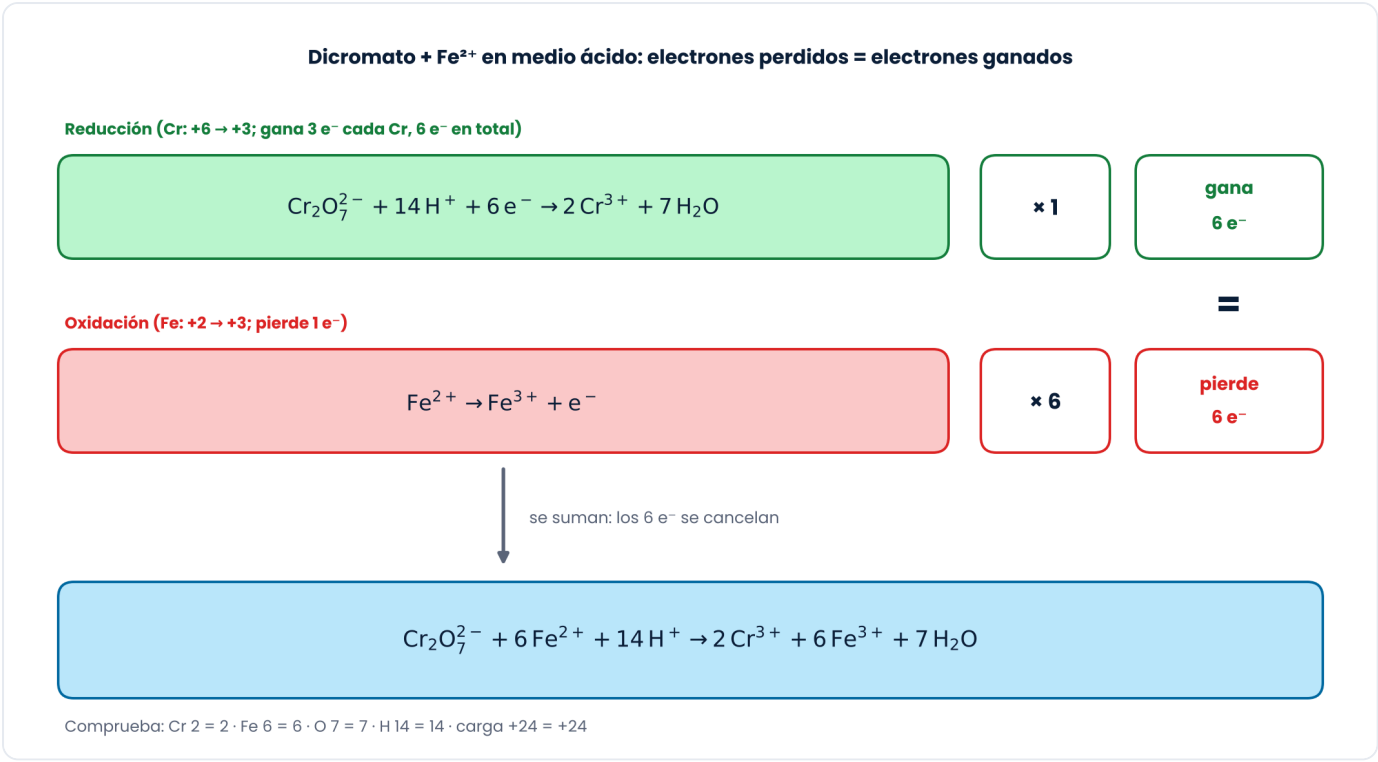
Suma electrones al lado más positivo hasta que la carga sea igual a los dos lados.

6. Iguala electrones y suma

Multiplica cada semirreacción para que se pierdan tantos e^- como se ganan, suma, simplifica y comprueba átomos y carga. Después, la molecular.

Andalucía: sin ion-electrón pierdes puntos dos veces

Criterio 7 de Andalucía (2026): «en las preguntas que requieran el ajuste de una ecuación redox, y no se utilice el método del ion-electrón, se penalizará el 25 % en el siguiente apartado». Es decir: además de lo que pierdas en el propio ajuste (el enunciado pide el ion-electrón), te quitan un 25 % del apartado siguiente, el del cálculo. Aunque te den la ecuación, **escribe siempre las dos semirreacciones**.



Igualar los electrones. El dicromato gana 6 electrones y cada Fe^{2+} pierde 1: hacen falta 6 Fe^{2+} por cada dicromato. Al sumar, los electrones desaparecen.

5 Medio básico: dos caminos que llevan al mismo sitio

Si la reacción ocurre con KOH o $NaOH$, en la ecuación final **no puede quedar** H^+: en disolución básica no hay protones libres. Hay dos formas de hacerlo, y las dos están en soluciones oficiales.

- **Camino 1 (ajusta en ácido y neutraliza).** Ajusta como si fuera medio ácido y, al final, suma a **los dos lados** tantos OH^- como H^+ tengas; cada $H^+ + OH^-$ es una H_2O y se simplifica. Murcia lo admite expresamente: «Los ajustes en medio básico pueden hacerse en medio ácido y luego sumar aniones hidroxilo» (Consejos para el examen); sus apuntes de Redox lo hacen de las dos formas.
- **Camino 2 (directo).** Por cada O que **sobra** en un lado, añade **una H_2O en ese lado** y **dos OH^- en el otro**. Es lo que hace la solución oficial de Asturias 2026: $ClO_3^- \longrightarrow Cl^-$; sobran 3 O a la izquierda → $ClO_3^- + 3\,H_2O \longrightarrow Cl^- + 6\,OH^-$; carga → $ClO_3^- + 3\,H_2O + 6\,e^- \longrightarrow Cl^- + 6\,OH^-$.
- **Ejemplo (La Rioja 2025, extraordinaria, 3A).** $MnO_2 + KClO_3 + KOH \longrightarrow KMnO_4 + KCl + H_2O$. Oxidación (Mn: +4 → +7): $MnO_2 + 4\,OH^- \longrightarrow MnO_4^- + 2\,H_2O + 3\,e^-$. Reducción (Cl: +5 → -1): $ClO_3^- + 3\,H_2O + 6\,e^- \longrightarrow Cl^- + 6\,OH^-$.
- Multiplicas la oxidación por 2 y sumas: $2\,MnO_2 + 8\,OH^- + ClO_3^- + 3\,H_2O \longrightarrow 2\,MnO_4^- + 4\,H_2O + Cl^- + 6\,OH^-$. Simplificas 6 OH^- y 3 H_2O:

$$2\,MnO_2 + ClO_3^- + 2\,OH^- \longrightarrow 2\,MnO_4^- + Cl^- + H_2O$$

  Carga: -3 a cada lado. Molecular: $2\,MnO_2 + KClO_3 + 2\,KOH \longrightarrow 2\,KMnO_4 + KCl + H_2O$.
- **El oxidante es el $KClO_3$** (el Cl baja de +5 a -1) y el reductor, el MnO_2. Con el apartado b) de ese examen (3 g de muestra de MnO_2 en 500 mL de disolución con $KClO_3$ y KOH en exceso; al final, $[KMnO_4] = 0{,}05$ M): $n(KMnO_4) = 0{,}05 \cdot 0{,}500 = 0{,}025$ mol $= n(MnO_2)$ (relación 2:2); $m = 0{,}025 \cdot 86{,}9 = 2{,}17$ g; pureza $= 2{,}17/3 \cdot 100 = 72{,}4$ %.
- **Otro clásico (Castilla-La Mancha 2025, ordinaria):** $KMnO_4 + KI + KOH \longrightarrow K_2MnO_4 + KIO_3 + H_2O$. En medio muy básico el permanganato solo baja a manganato (1 e^-) y el yoduro sube a yodato (6 e^-): $6\,MnO_4^- + I^- + 6\,OH^- \longrightarrow 6\,MnO_4^{2-} + IO_3^- + 3\,H_2O$; molecular, $6\,KMnO_4 + KI +$

$6\,KOH \longrightarrow 6\,K_2MnO_4 + KIO_3 + 3\,H_2O$. Con 125 g de $KMnO_4$ y un 70 % de rendimiento, la solución oficial da 19,74 g de KIO_3 (19,7 g).

Dónde ha caído y dónde está limitado

En 2025-2026 el medio básico ha caído en **Asturias** (2025 extraordinaria y 2026 ordinaria), **Castilla-La Mancha** (2025 ordinaria) y **La Rioja** (2025 y 2026 extraordinaria); el currículo de Baleares (Decret 43/2025) y las orientaciones de Murcia lo nombran. **Canarias** lo limita: «el ajuste de reacciones de oxidación-reducción solo se pedirá en medio ácido» (actas de coordinación de 28-03-2025 y de 20-03-2026; 2025-26; pendiente de confirmar para 2027: el acta de 30-09-2026, la primera para 2027, no lo repite ni lo anula). En **Cataluña**, las Orientacions PAU-2027 mantienen el ajuste por ion-electrón entre los saberes no evaluables («en les PAU-2027 s'ha exclòs»), salvo la electrólisis del agua (lo ves en la tabla de comunidades).

6 De la ecuación iónica a la molecular

Casi todas las comunidades piden las dos: la **iónica** (la que sale de sumar las semirreacciones) y la **molecular** (con las sustancias del enunciado). Pasar de una a otra es contar iones espectadores, y ahí se pierden muchos puntos.

- **Los coeficientes de las especies que cambian no se tocan:** se copian de la iónica. Después se completan los demás con los **iones espectadores** (los que no cambian de número de oxidación: K^+, Na^+, SO_4^{2-} del ácido, Cl^- que no se oxida…).
- **El ácido puede hacer dos papeles.** En $3\,Cu + 2\,NO_3^- + 8\,H^+ \longrightarrow 3\,Cu^{2+} + 2\,NO + 4\,H_2O$ los 8 H^+ vienen de 8 HNO_3, pero solo 2 nitratos se reducen; los otros 6 acompañan a los 3 Cu^{2+}:

  $$3\,Cu + 8\,HNO_3 \longrightarrow 3\,Cu(NO_3)_2 + 2\,NO + 4\,H_2O$$

  (Madrid 2026 ordinaria, País Vasco 2025 ordinaria). Pasa lo mismo con el HCl en el ejemplo del dicromato.
- **Cada H_2SO_4 aporta 2 H^+.** Con 8 H^+ en la iónica pones 4 H_2SO_4 y luego compruebas que los sulfatos cuadran con las sales de la derecha.
- **Ejemplo con sulfúrico (permanganato y yoduro).** Iónica: $2\,MnO_4^- + 10\,I^- + 16\,H^+ \longrightarrow 2\,Mn^{2+} + 5\,I_2 + 8\,H_2O$. Molecular: 16 H^+ son 8 H_2SO_4; los 8 sulfatos acaban en 2 $MnSO_4$ y en 6 K_2SO_4, que recogen los 12 K^+ (2 del $KMnO_4$ y 10 del KI):

  $$2\,KMnO_4 + 10\,KI + 8\,H_2SO_4 \longrightarrow 2\,MnSO_4 + 5\,I_2 + 6\,K_2SO_4 + 8\,H_2O$$

- **Por qué «a ojo» no vale con el H_2O_2.** $2\,KMnO_4 + 7\,H_2O_2 + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow 2\,MnSO_4 + 6\,O_2 + 10\,H_2O + K_2SO_4$ cuadra en átomos, pero está mal: es la buena ($2\,KMnO_4 + 5\,H_2O_2 + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow 2\,MnSO_4 + 5\,O_2 + 8\,H_2O + K_2SO_4$) más una descomposición del agua oxigenada ($2\,H_2O_2 \longrightarrow 2\,H_2O + O_2$). Solo el ion-electrón te da la relación correcta: el MnO_4^- gana 5 electrones y cada H_2O_2 pierde 2, así que van **2 a 5**.
- **Comprobación final, elemento por elemento**, incluidos K, Na, S y Cl. Si un elemento espectador no cuadra, suele ser porque una sal tiene dos iones (el K_2SO_4 lleva 2 K) o porque te has olvidado de uno de los papeles del ácido.

PREGUNTA RESUELTA

Región de Murcia · PAU 2026 ordinaria · 4A b): con la reacción $K_2Cr_2O_7 + SnCl_2 + HCl \longrightarrow CrCl_3 + SnCl_4 + H_2O + KCl$, «Ajuste la reacción mediante el método del ion electrón, escribiendo correctamente las semirreacciones de oxidación y reducción (1,5 puntos)».

Respuesta modelo

Reducción: $Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$. Oxidación (× 3): $Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2\,e^-$. Iónica: $Cr_2O_7^{2-} + 3\,Sn^{2+} + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 3\,Sn^{4+} + 7\,H_2O$ (carga +18 a cada lado).\n\nMolecular: $K_2Cr_2O_7 + 3\,SnCl_2 + 14\,HCl \longrightarrow 2\,CrCl_3 + 3\,SnCl_4 + 7\,H_2O + 2\,KCl$. Cloro: $6 + 14 = 20$ a la izquierda; $6 + 12 + 2 = 20$ a la derecha.

Por qué puntúa. Es la ecuación de la solución oficial. Murcia da 0,5 puntos a oxidante, reductor y cambios de número de oxidación, que se piden aparte de las semirreacciones.

7 Dismutación y comproporción

A veces el mismo elemento hace de oxidante y de reductor. No cambia el método: escribes las dos semirreacciones, aunque las dos empiecen (o acaben) en la misma especie. Las orientaciones de Murcia las nombran: «comproporción y desproporción».

- **Dismutación (o desproporción):** una especie se oxida y se reduce a la vez. Es la fabricación de la **lejía**: el Cl_2 (0) pasa a Cl^- (-1) y a ClO^- (+1). Reducción: $Cl_2 + 2\,e^- \longrightarrow 2\,Cl^-$. Oxidación, en medio básico: $Cl_2 + 4\,OH^- \longrightarrow 2\,ClO^- + 2\,H_2O + 2\,e^-$. Sumas y divides entre 2:

$$Cl_2 + 2\,OH^- \longrightarrow Cl^- + ClO^- + H_2O$$

  y en forma molecular, $Cl_2 + 2\,NaOH \longrightarrow NaCl + NaClO + H_2O$.
- **Comproporción:** dos especies del mismo elemento con números de oxidación distintos dan uno intermedio. Ejemplo: yodato y yoduro en medio ácido, $IO_3^- + 5\,I^- + 6\,H^+ \longrightarrow 3\,I_2 + 3\,H_2O$ (I: +5 y -1 → 0).
- En la dismutación **el mismo reactivo es oxidante y reductor**: dilo así cuando te pregunten por los agentes.

LA LEJÍA (ANDALUCÍA 2026)

Andalucía · PAU 2026 reserva 2 · 3A b) (1 punto): «Determine la masa en gramos de NaClO que se obtiene a partir de 1 kg de NaOH si el rendimiento de la reacción es del 70%.» Datos: Cl = 35,5; Na = 23; O = 16; H = 1.

Respuesta modelo

Con $Cl_2 + 2\,NaOH \longrightarrow NaCl + NaClO + H_2O$: $n(NaOH) = 1000/40 = 25$ mol, que dan $25/2 = 12{,}5$ mol de NaClO ($M = 74{,}5$ g/mol): 931,25 g teóricos. Con el 70 %: $931{,}25 \cdot 0{,}70 = 651{,}9$ g, unos **652 g de NaClO**.

Por qué puntúa. La relación es 2 NaOH : 1 NaClO, porque la otra mitad de la sosa acaba como NaCl. Si usas 1:1 obtienes el doble.

8 Estequiometría redox: de la ecuación a los gramos

Una vez ajustada, la ecuación redox se usa como cualquier otra (Tema 1): los coeficientes dan la relación de moles. Sale con estequiometría en **33 de las 68 convocatorias**, en 14 comunidades, casi siempre en el apartado que sigue al ajuste.

- **Un atajo con electrones.** En el punto final de una reacción redox, $n(\text{oxidante}) \cdot e^-_{\text{ganados}} = n(\text{reductor}) \cdot e^-_{\text{perdidos}}$. Con dicromato (6 e⁻) y Fe^{2+} (1 e⁻): $n(Fe^{2+}) = 6\,n(Cr_2O_7{}^{2-})$. Es la misma relación 1:6 de la ecuación.
- **Rendimiento al producto, no al reactivo.** Galicia lo señala como fallo repetido en su valoración de 2025. Si una pregunta te da una cantidad de reactivo y te pide el reactivo «necesario» con un rendimiento, piensa qué cantidad tiene que reaccionar de verdad.
- **¿Qué reactivo manda?** Si te dan cantidades de los dos, calcula cuál se acaba antes (reactivo limitante). Si el enunciado dice «en exceso» o «suficiente cantidad», manda el otro.
- Con el HCl o el HNO_3 que hacen de ácido y de oxidante o reductor, los moles de ácido son **todos** los de la ecuación molecular (14 HCl por dicromato, 8 HNO_3 por cada 3 Cu), no solo los que se oxidan o se reducen.

1 Datos a moles
Masa ÷ masa molar; volumen × molaridad; pV = nRT para gases (T en K, p en atm si R = 0,082).

2 Riqueza y densidad
Volumen de reactivo comercial × densidad = masa de disolución; × riqueza = masa de sustancia pura.

3 Relación de la ecuación
Con la ecuación MOLECULAR o la iónica, según lo que te pidan; ojo si el ácido hace dos papeles.

4 Rendimiento al final
Se aplica al producto: real = teórico × rendimiento/100. Si te dan lo obtenido, rendimiento = real/teórico × 100.

COBRE Y ÁCIDO SULFÚRICO (COMUNITAT VALENCIANA 2025)

Comunitat Valenciana · PAU 2025 ordinaria · 2.A b) y c) (0,5 + 0,5 puntos): «Calcule el volumen de una disolución de ácido sulfúrico del 96 % de riqueza en masa y una densidad de 1,84 g·mL–1, necesario para que reaccione completamente con 5,0 g de cobre.» «Calcule el volumen de SO2, medido a 20 °C y 740 mmHg, que se obtendría en el apartado anterior.»

Respuesta modelo

Ecuación (apartado a): $Cu + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2\,H_2O$; uno de los dos H_2SO_4 se reduce a SO_2 y el otro da el sulfato del $CuSO_4$.\n\nb) $n(Cu) = 5{,}0/63{,}55 = 0{,}0787$ mol → $n(H_2SO_4) = 0{,}1574$ mol → $0{,}1574 \cdot 98{,}08 = 15{,}43$ g puros → $15{,}43/0{,}96 = 16{,}08$ g de disolución → $V = 16{,}08/1{,}84 =$ **8,74 mL**.\n\nc) $n(SO_2) = n(Cu) = 0{,}0787$ mol; $V = \dfrac{nRT}{p} = \dfrac{0{,}0787 \cdot 0{,}082 \cdot 293{,}15}{740/760} =$ **1,94 L**.

Por qué puntúa. Son los resultados de la solución oficial (8,74 mL y 1,94 L). El baremo del apartado a) fue: semirreacciones 0,50, ajuste iónico 0,30 y ajuste molecular 0,20.

9 Volumetrías redox: permanganimetría y dicromatometría

Una **volumetría redox** sirve para saber la concentración de un reductor (o de un oxidante) midiendo el volumen de otra disolución, de concentración conocida, que reacciona con él. Es la misma técnica que la volumetría ácido-base del Tema 14 (bureta, pipeta aforada, erlenmeyer), pero la reacción es redox y el punto final se ve por un cambio de color de las propias especies o de un indicador redox.

- **Punto de equivalencia:** se han añadido justo los moles de valorante que pide la ecuación. Ahí se cumple $n(e^-)_{\text{cedidos}} = n(e^-)_{\text{ganados}}$, y con eso calculas la concentración desconocida.
- **Permanganimetría (o permanganometría).** Valorante: $KMnO_4$ en medio ácido ($MnO_4{}^- \longrightarrow Mn^{2+}$, 5 e⁻). El $MnO_4{}^-$ es violeta y el Mn^{2+} casi incoloro: mientras quede reductor, cada gota se decolora; la primera gota en exceso deja un **rosa pálido persistente** (se toma como final cuando dura unos 30 s:

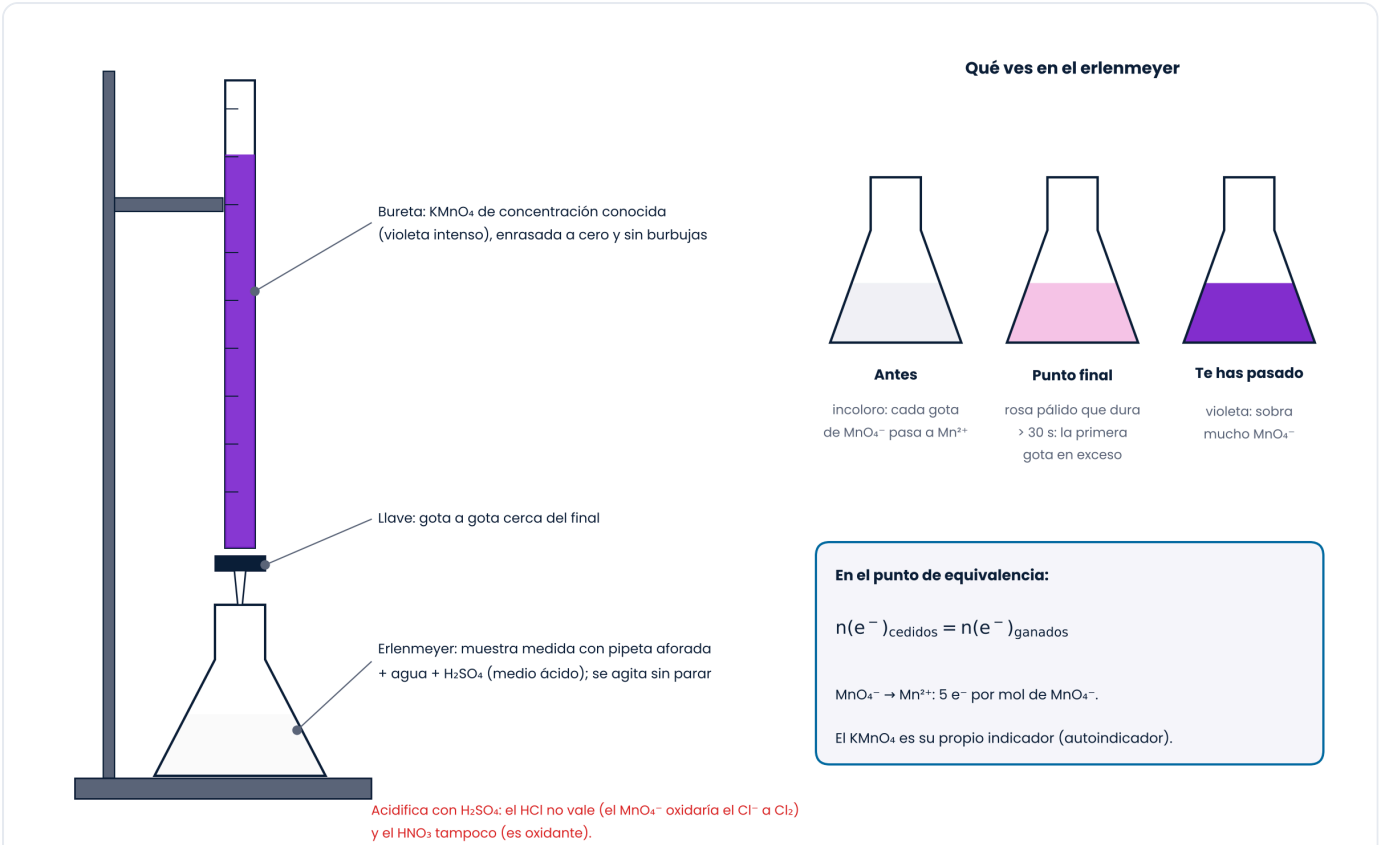
el exceso de MnO_4^- reacciona despacio con el Mn^{2+} y el color acaba desvaneciéndose). Es **autoindicador**: no hace falta indicador externo (País Vasco 2026 lo preguntó por 0,5 puntos).

- **Se acidifica con H_2SO_4**, nunca con HCl (el permanganato oxidaría el Cl^- a Cl_2 y gastarías más valorante) ni con HNO_3 (es oxidante). El $KMnO_4$ no es patrón primario: se normaliza antes, por ejemplo con oxalato de sodio. Se usa para Fe^{2+}, H_2O_2, oxalatos o nitritos.
- **Dicromatometría.** Valorante: $K_2Cr_2O_7$ en medio ácido ($Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2\,Cr^{3+}$, 6 e^-). El cambio de naranja a verde no se aprecia bien, así que se añade un **indicador redox** (difenilaminosulfonato, que vira a violeta). Es patrón primario y no oxida el Cl^- en frío, por eso sirve para valorar Fe^{2+} en medio clorhídrico.
- **Yodometría** (sale como contexto: el método de Winkler del oxígeno disuelto, Murcia 2025). El yodo formado se valora con tiosulfato, $I_2 + 2\,S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2\,I^- + S_4O_6^{2-}$, con **almidón** como indicador (el azul desaparece en el punto final).
- **Cálculo tipo** (Aragón 2025, extraordinaria): 42 mL de $KMnO_4$ 0,25 M valoran el Fe^{2+} de 10,2 g de mineral. Con $MnO_4^- + 5\,Fe^{2+} + 8\,H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 5\,Fe^{3+} + 4\,H_2O$: $n(MnO_4^-) = 0{,}0105$ mol, $n(Fe) = 0{,}0525$ mol, $m = 2{,}94$ g → **28,8 %** de hierro. Está completo en «Ponte a prueba».

	Permanganimetría	Dicromatometría
Valorante	$KMnO_4$ (no es patrón primario)	$K_2Cr_2O_7$ (patrón primario)
Semirreacción	$MnO_4^- + 8\,H^+ + 5\,e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4\,H_2O$	$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$
Medio	H_2SO_4 (no HCl)	ácido (admite HCl diluido)
Punto final	rosa pálido persistente (autoindicador)	indicador redox (difenilaminosulfonato)

Volumetrías redox por comunidad

El RD 243/2022 dice «Cálculos estequiométricos y volumetrías redox». **Cataluña:** sus Orientacions PAU-2027 permiten preguntar directamente todos los trabajos experimentales de 2.º «a excepció del 2.5 (Càlculs estequiomètrics i volumetries redox)» (salvo el 2.5, traducido del catalán) y el 2.7 (modelos moleculares); los cálculos sí son evaluables. **Castilla y León:** su matriz (Guía de calificación PAU 2027) recoge «Método del ion-electrón para ajustar ecuaciones químicas de oxidación-reducción. Cálculos estequiométricos.», sin las volumetrías redox, que no han caído allí. **Cantabria** (concreciones) y **Murcia** (orientaciones) las nombran. **País Vasco** pidió en 2026 el procedimiento, el material y el montaje de una permanganometría.



Montaje de una permanganimetría. Bureta con $KMnO_4$ en el soporte, erlenmeyer con la muestra acidificada con H_2SO_4 y los tres colores que puedes ver: incoloro antes del punto final, rosa pálido persistente en el punto final y violeta si te pasas.

10 Qué te piden en tu comunidad

El tema sale en **50 de las 68 convocatorias** (ordinarias y extraordinarias de 2025 y 2026), en las 17 comunidades. Lo que cambia de una a otra:

Comunidad	Cómo sale (2025–2026)	Lo que hay que saber
Andalucía	Problema 3B o pregunta 5 con contexto (arsénico, yoduro en el agua)	Ion-electrón obligatorio: sin él, -25 % en el apartado siguiente; ácido y básico (reservas de 2026)
Aragón	Pregunta 4 o 5, a elegir	Iónica y molecular con oxidante y reductor; ¿es redox?; % de Fe con $KMnO_4$ (2025)
Asturias	Pregunta 4, apartados a–f, en medio básico	Elemento que se reduce y que se oxida (0,25 cada uno), semirreacciones (0,25), iónica (0,75) y molecular (0,75)
Illes Balears	Pregunta 2B con rendimiento	Dos semirreacciones y la iónica global; el Decret 43/2025 nombra medio ácido y básico
Canarias	Pregunta 5: 0,4 + 1 + 0,6	Oxidante y reductor, iónica y molecular; ajuste «solo… en medio ácido» (acta de 20-03-2026; 2025-26; pendiente de confirmar para 2027)
Cantabria	Pregunta de 2 puntos con estequiometría	Cada semirreacción 0,25 y la global 0,5; las concreciones incluyen la volumetría redox
Castilla-La Mancha	En las cuatro convocatorias; a veces el problema 1, obligatorio	Semirreacciones, especies oxidante y reductora, iónica y molecular con los espectadores; ácido y básico
Castilla y León	Apartado de 2 puntos (2026)	Ion-electrón y estequiometría; su matriz no recoge las volumetrías redox (no han caído)

Comunidad	Cómo sale (2025–2026)	Lo que hay que saber
Cataluña	Oxidante y reductor (2026 extraordinaria)	Ion-electrón en la columna «NO AVALUABLES» de las Orientacions PAU-2027: solo una semirreacción con sus electrones y la global (salvo la electrólisis del agua)
Comunitat Valenciana	Ejercicio 2 con estequiometría	Criterio 4: «cualquier método de ajuste, salvo que se indique explícitamente lo contrario»; baremo 2025: semirreacciones 0,50, iónica 0,30, molecular 0,20
Extremadura	Ejercicio de 2,5 con cálculo	Semirreacciones (0,25 cada una), oxidante y reductor razonados, molecular
Galicia	Pregunta de 2 puntos con estequiometría	Iónica y molecular; ecuación mal ajustada: como máximo el 25 % del apartado
La Rioja	Preguntas 2, 3 o 5, a veces con contexto	Ácido y básico (MnO_2/ClO_3^- en 2025 y 2026)
Madrid	A menudo en la pregunta 1, obligatoria, con contexto	Semirreacciones, iónica, molecular, oxidante y reductor (en 2025-2026, siempre en medio ácido)
Región de Murcia	Bloque 4 en las cuatro convocatorias	En 2026, 0,5 por oxidante, reductor y cambios de n.º de oxidación + 1,5 por el ajuste (en 2025, 0,6 + 0,6 y 1,2 por el ajuste iónico); no «a ojo»
Navarra	Pregunta 4 con estequiometría	Ion-electrón cuando lo dice el enunciado; en 2024–2026, siempre en medio ácido (H_2SO_4)
País Vasco	Bloques B, C o D	Ion-electrón cuando el enunciado lo pide; permanganometría con material (2026)

Cataluña: Orientacions PAU-2027 (12-11-2026), que mantienen las exclusiones de 2026. Canarias: el acta de 30-09-2026 no repite ni anula la limitación al medio ácido.

11 Ejercicio resuelto: dicromato y hierro(II), iónica, molecular y masa (Castilla-La Mancha 2026)

PAU CASTILLA-LA MANCHA 2026 · CONVOCATORIA ORDINARIA · PROBLEMA 2, OPCIÓN 2B (A ELEGIR ENTRE 2A Y 2B; 2 PUNTOS)

El dicromato de potasio K2Cr2O7 reacciona con cloruro de hierro (II), FeCl2, en disolución de ácido clorhídrico, HCl, según la siguiente reacción: $K_2Cr_2O_7 + FeCl_2 + HCl \longrightarrow CrCl_3 + FeCl_3 + KCl + H_2O$. Datos. Masas atómicas (u): O = 16 u; K = 39 u; Cr = 52 u.

a) Ajuste por el método del ion electrón las semirreacciones de oxidación y reducción. Indique las especies oxidante y reductora. Ajuste la reacción iónica y la molecular. (1,5 puntos)

b) Determine qué masa de K2Cr2O7 se necesitará para que reaccione completamente con 50 mL de disolución de FeCl2 0,60 M. (0,5 puntos)

Apartado a)

1. La idea: es un ajuste en **medio ácido** (hay HCl). Busca qué cambia: el Cr pasa de +6 en el $K_2Cr_2O_7$ ($2(+1) + 2x + 7(-2) = 0$) a +3 en el $CrCl_3$, y el Fe de +2 a +3. El Cl no cambia: es espectador.
2. Forma iónica de las especies que cambian: $Cr_2O_7^{2-}$ (el $K_2Cr_2O_7$ es una sal soluble), Fe^{2+}, Cr^{3+} y Fe^{3+}.
3. **Oxidación:** $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$. Pierde 1 electrón: el Fe^{2+} (el $FeCl_2$) es el **reductor**.

4. **Reducción:** ajusta el Cr ($Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2\,Cr^{3+}$), el O con 7 H_2O, el H con 14 H^+ y la carga ($+12$ frente a $+6$) con 6 electrones: $Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$. El $Cr_2O_7^{2-}$ (el $K_2Cr_2O_7$) es el **oxidante**.
5. Iguala electrones: la oxidación × 6. Suma:

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\,Fe^{2+} + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 6\,Fe^{3+} + 7\,H_2O$$

   Carga: $-2 + 12 + 14 = +24$ a la izquierda y $+6 + 18 = +24$ a la derecha.
6. **Molecular:** el dicromato viene con 2 K^+ (salen como 2 KCl); los 6 Fe^{2+}, como 6 $FeCl_2$; los 14 H^+, como 14 HCl. A la derecha, 2 $CrCl_3$ y 6 $FeCl_3$. Cuenta el cloro: $12 + 14 = 26$ a la izquierda y $6 + 18 + 2 = 26$ a la derecha.

SOLUCIÓN $K_2Cr_2O_7 + 6\,FeCl_2 + 14\,HCl \longrightarrow 2\,CrCl_3 + 6\,FeCl_3 + 2\,KCl + 7\,H_2O$. Oxidante: $K_2Cr_2O_7$ ($Cr_2O_7^{2-}$); reductor: $FeCl_2$ (Fe^{2+}).

Apartado b)

1. La idea: los moles de $FeCl_2$ salen del volumen y la molaridad; la ecuación dice que cada dicromato oxida 6 Fe^{2+}.
2. $n(FeCl_2) = 0{,}60\ \text{mol/L} \cdot 0{,}050\ \text{L} = 0{,}030$ mol.
3. $n(K_2Cr_2O_7) = \dfrac{0{,}030}{6} = 0{,}0050$ mol.
4. Masa molar con los datos del enunciado: $M(K_2Cr_2O_7) = 2 \cdot 39 + 2 \cdot 52 + 7 \cdot 16 = 294$ g/mol. $m = 0{,}0050 \cdot 294 = 1{,}47$ g.

SOLUCIÓN Hacen falta unos **1,5 g de** $K_2Cr_2O_7$ (1,47 g; los datos tienen dos cifras significativas). Es una dicromatometría: así se valora el hierro(II).

Lo que puntúa. Criterios oficiales de la UCLM (2026): en a), «Oxidación: (Fe2+ → Fe3+ + e−) × 6; Reductor: Fe2+ (o FeCl2)» 0,25; «Reducción: Cr2O7 2− + 14 H+ + 6 e− → 2 Cr 3+ + 7 H2O; Oxidante: Cr2O7 2− / K2Cr2O7» 0,25; «Reacción iónica» 0,5; «Reacción molecular» 0,5. En b), 0,25 por los moles de $FeCl_2$ y 0,25 por la masa: 1,5 g (la solución usa $M = 294{,}2$ g/mol, con masas más precisas; con los datos sale 1,47 g, el mismo 1,5 g). Además: «EL ERROR SÓLO SE PENALIZA UNA VEZ» y «Sólo se penalizará cuando tengan 3 errores de calculadora, y se les quitará 0,25 puntos».

Error típico que te quita puntos. Multiplicar en vez de dividir en b) ($0{,}030 \cdot 6$): la relación es 1 dicromato por cada 6 Fe^{2+}. Y en la molecular, olvidar los 2 KCl: entonces el potasio y el cloro no cuadran.

12 Ejercicio resuelto: ion-electrón en medio básico, de la a) a la f) (Asturias 2026)

PAU PRINCIPADO DE ASTURIAS 2026 · CONVOCATORIA ORDINARIA · PREGUNTA 4, OPCIÓN A (A ELEGIR ENTRE A Y B; 2,5 PUNTOS)

El yoduro de potasio, KI, reacciona con clorato de potasio, KClO3, y agua generando I2, KCl y KOH (reacción en medio básico).

a) Identifique el elemento que se reduce y sus estados de oxidación inicial y final. (0,25 puntos)

b) Escriba la semirreacción de reducción, en forma iónica, ajustada. (0,25 puntos)

c) Identifique el elemento que se oxida y sus estados de oxidación inicial y final. (0,25 puntos)

d) Escriba la semirreacción de oxidación, en forma iónica, ajustada. (0,25 puntos)

e) Escriba la reacción de oxidación-reducción, en forma iónica, ajustada. (0,75 puntos)

f) Escriba la reacción de oxidación-reducción, en forma molecular, ajustada. (0,75 puntos)

Apartado a)

1. La idea: el enunciado no da la ecuación; la escribes tú: $\mathrm{KI} + \mathrm{KClO_3} + \mathrm{H_2O} \longrightarrow \mathrm{I_2} + \mathrm{KCl} + \mathrm{KOH}$. Calcula los números de oxidación del Cl: en el $\mathrm{KClO_3}$, $+1 + x + 3(-2) = 0$, $x = +5$; en el KCl, -1.

SOLUCIÓN Se reduce el **cloro**: de **+5** (en el $KClO_3$) a **−1** (en el KCl).

Apartado b)

1. Esqueleto: $\mathrm{ClO_3^-} \longrightarrow \mathrm{Cl^-}$. El Cl ya está ajustado.
2. Medio básico, camino directo: sobran 3 O a la izquierda, así que pones 3 $\mathrm{H_2O}$ en ese lado y 6 $\mathrm{OH^-}$ en el otro: $\mathrm{ClO_3^-} + 3\,\mathrm{H_2O} \longrightarrow \mathrm{Cl^-} + 6\,\mathrm{OH^-}$.
3. Carga: -1 a la izquierda y -7 a la derecha → 6 electrones a la izquierda.
4. Por el otro camino sale lo mismo: en ácido, $\mathrm{ClO_3^-} + 6\,\mathrm{H^+} + 6\,\mathrm{e^-} \longrightarrow \mathrm{Cl^-} + 3\,\mathrm{H_2O}$; sumas 6 $\mathrm{OH^-}$ a cada lado ($6\,\mathrm{H^+} + 6\,\mathrm{OH^-} \longrightarrow 6\,\mathrm{H_2O}$) y simplificas 3 $\mathrm{H_2O}$.

SOLUCIÓN $\mathrm{ClO_3^-} + 3\,\mathrm{H_2O} + 6\,\mathrm{e^-} \longrightarrow \mathrm{Cl^-} + 6\,\mathrm{OH^-}$

Apartado c)

1. En el KI el yodo es -1 (ion yoduro) y en el $\mathrm{I_2}$, 0.

SOLUCIÓN Se oxida el **yodo**: de **−1** (en el KI) a **0** (en el I_2).

Apartado d)

1. Esqueleto $\mathrm{I^-} \longrightarrow \mathrm{I_2}$; ajusta el yodo con un 2 y la carga (-2 frente a 0) con 2 electrones a la derecha.

SOLUCIÓN $2\,\mathrm{I^-} \longrightarrow \mathrm{I_2} + 2\,\mathrm{e^-}$

Apartado e)

1. La reducción gana 6 electrones y la oxidación pierde 2: multiplica la oxidación por 3.
2. Suma: $6\,\mathrm{I^-} + \mathrm{ClO_3^-} + 3\,\mathrm{H_2O} \longrightarrow 3\,\mathrm{I_2} + \mathrm{Cl^-} + 6\,\mathrm{OH^-}$. Comprueba: I 6, Cl 1, O $3 + 3 = 6$ frente a 6, H 6 frente a 6; carga $-6 - 1 = -7$ frente a $-1 - 6 = -7$.
3. Queda $\mathrm{OH^-}$ en los productos y ningún $\mathrm{H^+}$: coherente con un medio básico.

SOLUCIÓN $6\,\mathrm{I^-} + \mathrm{ClO_3^-} + 3\,\mathrm{H_2O} \longrightarrow 3\,\mathrm{I_2} + \mathrm{Cl^-} + 6\,\mathrm{OH^-}$

Apartado f)

1. Cada ion del ajuste se convierte en su sal de potasio: $6\ I^- \rightarrow 6\ KI$; $ClO_3^- \rightarrow KClO_3$; $Cl^- \rightarrow KCl$; $6\ OH^- \rightarrow 6\ KOH$.
2. Comprueba el potasio: $6 + 1 = 7$ a la izquierda y $1 + 6 = 7$ a la derecha.

SOLUCIÓN $6\,KI + KClO_3 + 3\,H_2O \longrightarrow 3\,I_2 + KCl + 6\,KOH$

Lo que puntúa. Desglose oficial de la Universidad de Oviedo (2026): «Cl(V) → Cl(-I)» 0,25; «R» (la semirreacción de reducción) 0,25; «I(-I) → I(0)» 0,25; «O» (la de oxidación) 0,25; «3O+R» (la iónica) 0,75; y la molecular, «6 KI + KClO3 + 3 H2O → 3 I2 + KCl + 6 KOH», 0,75. La solución oficial ajusta la reducción por el camino directo: $ClO_3^- \longrightarrow Cl^-$, luego $+\,3\,H_2O$, luego $+\,6\,OH^-$ y al final los 6 electrones.

Error típico que te quita puntos. Dejar H^+ en la ecuación final de un medio básico, o «ajustar» la reducción con 3 H_2O a la derecha (como en ácido) sin pasar a OH^-. También, en a) y c), contestar con la especie ($KClO_3$) cuando se pide el elemento y sus estados de oxidación.

13 Ejercicio resuelto: permanganometría del agua oxigenada de una farmacia (País Vasco 2026)

PAU PAÍS VASCO 2026 · CONVOCATORIA ORDINARIA · BLOQUE D, EJERCICIO D1 (A ELEGIR ENTRE D1 Y D2; 2 PUNTOS)

En una farmacia se recibe un lote de disoluciones antisépticas que contienen peróxido de hidrógeno. Para verificar su concentración, la farmacéutica realiza una permanganometría tomando una muestra de 2,0 mL de la solución antiséptica y diluyéndola con agua hasta los 50 mL. Para la valoración utiliza una disolución acuosa acidificada de permanganato de potasio 0,02 M. La reacción que tiene lugar en la valoración es la siguiente: $2\,KMnO_4\,(aq) + 5\,H_2O_2\,(aq) + 3\,H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow 2\,MnSO_4\,(aq) + 5\,O_2\,(g) + 8\,H_2O\,(l) + K_2SO_4\,(aq)$. (Datos generales del examen: «Masas atómicas (uma): H (1,0), C (12,0), O (16,0), S (32,1), Cl (35,5), K (39,1), I (126,9), Pb (207,2).»)

a) Explicar el procedimiento experimental para realizar esta valoración, e indicar el material de laboratorio necesario. Completar la explicación con un esquema del montaje. (1,00 puntos)

b) Si en el punto de equivalencia se han consumido 18,5 mL de la disolución de $KMnO_4$, calcular la concentración de peróxido de hidrógeno en la disolución antiséptica original, expresando el resultado en % en masa (m/m). Considerar que la densidad de la solución antiséptica es de 1,01 g/mL. (0,50 puntos)

c) Indicar cómo se detecta visualmente el punto final de esta valoración y explicar por qué no es necesario añadir un indicador externo. (0,50 puntos)

Apartado a)

1. La idea: es una volumetría redox; el valorante ($KMnO_4$, concentración conocida) va en la bureta y la muestra (H_2O_2), en el erlenmeyer. El montaje es el de la figura de la sección de volumetrías.
2. **Material:** bureta (de 25 o 50 mL) con soporte y pinza; pipeta aforada de 2 mL con pera o aspirador; erlenmeyer de 250 mL; vaso de precipitados y embudo pequeño para llenar la bureta; probeta para el agua y el ácido; frasco lavador con agua destilada.

3. **Procedimiento:** 1) Mide 2,0 mL de antiséptico con la pipeta aforada y pásalos al erlenmeyer; diluye con agua destilada hasta unos 50 mL y añade unos mililitros de H_2SO_4 diluido (el permanganato necesita medio ácido para pasar a Mn^{2+}). 2) Enjuaga la bureta con la disolución de $KMnO_4$, llénala con el embudo, elimina las burbujas de la punta y enrasa (anota el volumen inicial). 3) Añade el permanganato poco a poco agitando el erlenmeyer; cerca del final, gota a gota. 4) Para cuando aparezca un color rosa que no desaparece al agitar y anota el volumen gastado. Repite la valoración para tener al menos dos medidas concordantes.
4. **Esquema:** bureta con $KMnO_4$ sujeta al soporte, con la llave abajo, y el erlenmeyer con la muestra diluida y acidificada justo debajo, sobre un papel blanco para ver bien el color.

SOLUCIÓN Bureta con $KMnO_4$ 0,02 M, erlenmeyer con 2,0 mL de muestra diluida y acidificada con H_2SO_4; se valora agitando hasta el primer rosa persistente.

Apartado b)

1. La idea: los moles de $KMnO_4$ gastados dan los de H_2O_2 con la relación 2:5 de la ecuación. **La dilución a 50 mL no cambia los moles**: todo el H_2O_2 de los 2,0 mL sigue en el erlenmeyer.
2. $n(KMnO_4) = 0{,}02\ \text{mol/L} \cdot 0{,}0185\ \text{L} = 3{,}70 \cdot 10^{-4}$ mol.
3. $n(H_2O_2) = \frac{5}{2} \cdot 3{,}70 \cdot 10^{-4} = 9{,}25 \cdot 10^{-4}$ mol. (Con electrones: el MnO_4^- gana 5 y el H_2O_2 pierde 2; $5 \cdot 3{,}70 \cdot 10^{-4} = 2 \cdot 9{,}25 \cdot 10^{-4}$.)
4. $M(H_2O_2) = 2 \cdot 1{,}0 + 2 \cdot 16{,}0 = 34{,}0$ g/mol → $m(H_2O_2) = 9{,}25 \cdot 10^{-4} \cdot 34{,}0 = 0{,}03145$ g.
5. Masa de la muestra original: $2{,}0\ \text{mL} \cdot 1{,}01\ \text{g/mL} = 2{,}02$ g. % (m/m) $= \frac{0{,}03145}{2{,}02} \cdot 100 = 1{,}557$ %.
6. **Ojo con la solución oficial:** da 1,53 % porque redondea la masa a 0,031 g antes de dividir ($0{,}031/2{,}02 \cdot 100 = 1{,}53$). Sin redondear entre pasos sale **1,56 %** (≈ 1,6 % con las cifras de los datos): la diferencia viene solo de ese redondeo intermedio, no del planteamiento, que es lo que más pesa en el País Vasco («la coherencia del planteamiento, la aplicación de los conceptos y el razonamiento continuado», criterio específico 3).

SOLUCIÓN El antiséptico tiene un **1,56 % en masa** de H_2O_2 (≈ 1,6 %; la solución oficial da 1,53 % por redondear la masa a 0,031 g antes de dividir). Equivale a $9{,}25 \cdot 10^{-4}\ \text{mol}/0{,}0020\ \text{L} = 0{,}46$ mol/L de H_2O_2 en el antiséptico original.

Apartado c)

1. El MnO_4^- es violeta intenso y el Mn^{2+} es prácticamente incoloro. Mientras quede H_2O_2, cada gota de permanganato se reduce enseguida y la disolución sigue incolora.
2. Cuando se acaba el H_2O_2 (punto de equivalencia), la siguiente gota de MnO_4^- ya no reacciona y tiñe la disolución de rosa pálido, que persiste al agitar.

SOLUCIÓN El punto final es la **aparición de un color rosa pálido persistente**. No hace falta indicador porque el propio permanganato cambia de color al reducirse: es un **autoindicador**.

Lo que puntúa. Solucionario oficial de la UPV/EHU (2026): a) 1,00 punto (material, «Esquema del montaje» y procedimiento); b) 0,50 (los cinco pasos: moles de $KMnO_4$, relación 2:5, masa de H_2O_2 con «PM = 34 g/mol», masa de la muestra y %); c) 0,50. Criterios generales: «Se valorará positivamente la inclusión de diagramas

explicativos, esquemas, gráficas, dibujos, etc.» y «Se penalizará la utilización incorrecta de unidades o su ausencia». El solucionario advierte de que sus anexos no son «exámenes perfectos».

Error típico que te quita puntos. Usar los 50 mL de la dilución para la masa de la muestra (2,0 mL × 1,01 g/mL es la masa del antiséptico original) o invertir la relación 2:5 y obtener $2/5$ de los moles de permanganato. En c), decir solo «cambia de color» sin explicar que el MnO_4^- violeta pasa a Mn^{2+} incoloro.

Conceptos clave

Oxidación

Pérdida de electrones por una especie química; su número de oxidación aumenta.

Reducción

Ganancia de electrones por una especie química; su número de oxidación disminuye.

Oxidante

Especie que gana electrones y, por tanto, se reduce; provoca la oxidación de otra.

Reductor

Especie que cede electrones y, por tanto, se oxida; provoca la reducción de otra.

Número de oxidación

Carga que tendría un átomo si todos sus enlaces con átomos de otro elemento fueran iónicos (los enlaces entre átomos iguales se reparten a medias); se calcula con reglas (O −2, H +1, suma igual a la carga) y sirve para seguir los electrones.

Par redox

Pareja formada por la forma oxidada y la forma reducida de una especie, como Fe^{3+}/Fe^{2+} o MnO_4^-/Mn^{2+}.

Semirreacción

Cada una de las dos mitades de una reacción redox (oxidación o reducción), escrita con los electrones que se pierden o se ganan y ajustada en átomos y en carga.

Método del ion-electrón

Ajuste de una reacción redox escribiendo por separado las semirreacciones en forma iónica, ajustando O con H_2O, H con H^+ (u OH^- en medio básico) y la carga con electrones, e igualando los electrones antes de sumar.

Iones espectadores

Iones que están en la disolución pero no cambian de número de oxidación (K^+, Na^+, el sulfato del ácido…); no aparecen en la ecuación iónica y se añaden para escribir la molecular.

Dismutación (desproporción)

Reacción redox en la que una misma especie se oxida y se reduce a la vez, como el Cl_2 que pasa a Cl^- y a ClO^- al fabricar lejía.

Comproporción

Reacción redox en la que dos especies del mismo elemento con distinto número de oxidación dan una con un número intermedio ($IO_3^- + I^- \rightarrow I_2$).

Volumetría redox

Técnica para conocer la concentración de un oxidante o de un reductor midiendo el volumen de otra disolución de concentración conocida que reacciona con él hasta el punto de equivalencia.

Permanganimetría

Volumetría redox con $KMnO_4$ en medio ácido (sulfúrico) como valorante; el permanganato actúa como autoindicador.

Dicromatometría

Volumetría redox con $K_2Cr_2O_7$ en medio ácido como valorante; es patrón primario y necesita un indicador redox.

Autoindicador

Valorante cuyo propio cambio de color marca el punto final, como el MnO_4^- violeta que se reduce a Mn^{2+} casi incoloro.

Punto de equivalencia (redox)

Momento de la valoración en que los electrones cedidos por el reductor igualan a los ganados por el oxidante añadido, según la estequiometría de la reacción.

MODO PAU

Siete claves que valen puntos

Números de oxidación

Escríbelos encima de cada elemento antes de nada: así sabes qué se oxida, qué se reduce y si la reacción es redox.

Especie y elemento

El oxidante es la especie ($KMnO_4$, MnO_4^-) y **se reduce un elemento** (Mn: +7 → +2). Si te piden los dos, da los dos.

Siempre ion-electrón

Aunque te den la ecuación molecular, escribe las **dos semirreacciones** con sus cargas y electrones. En Andalucía, sin ion-electrón pierdes además un 25 % del apartado siguiente.

Medio ácido

O con H_2O, H con H^+, carga con e^-, por este orden. Multiplica para igualar electrones y simplifica.

Medio básico

Al final no puede quedar H^+: añade OH^- a los dos lados (o, directo, una H_2O donde sobra cada O y dos OH^- en el otro lado).

Molecular

Copia los coeficientes de la iónica y completa con los espectadores; recuerda que el HCl o el HNO_3 pueden hacer **dos papeles**. Comprueba K, S y Cl.

Cálculo

Moles con la ecuación ajustada; riqueza y densidad para reactivos comerciales; **rendimiento al producto**; en volumetrías, electrones cedidos = ganados.

Cómo te lo pueden preguntar

- Ajustar una reacción por el método del ion-electrón (semirreacciones de oxidación y reducción, ecuación iónica y ecuación molecular), en medio ácido casi siempre y a veces en medio básico: sale en 46 de las 68 convocatorias de 2025 y 2026, en 16 comunidades (todas menos Cataluña).
- Cálculo estequiométrico a partir de la reacción redox ajustada (masa de un producto, volumen de un gas, volumen de un ácido comercial con riqueza y densidad, rendimiento, pureza de una muestra o una volumetría con permanganato o dicromato): sale en 33 de las 68 convocatorias, en 14 comunidades.
- Indicar el oxidante y el reductor, los elementos que se oxidan y se reducen con sus números de oxidación, o decidir si una reacción es redox: sale en 33 de las 68 convocatorias, en 12 comunidades.
- Volumetrías redox con procedimiento y material (permanganometría del agua oxigenada en el País Vasco 2026) o como cálculo (porcentaje de hierro en un mineral con $KMnO_4$ en Aragón 2025; método de Winkler en Murcia 2025): van dentro de los 33 cálculos estequiométricos.
- Ejercicios con contexto real (arsénico en el agua y yoduro en el agua potable en Andalucía 2026, lejía, cromo(VI) en aguas residuales en Madrid 2025, los fuegos artificiales en el País Vasco 2026): el cálculo es el de siempre, pero tienes que sacar la reacción del texto.

No lo confundas

- **Oxidante** con **especie que se oxida**: el oxidante es el que se reduce.

- **Especie oxidante** ($KMnO_4$ o MnO_4^-) con **elemento que se reduce** (Mn, de +7 a +2).
- **Ecuación iónica** (solo las especies que reaccionan, con H^+ u OH^- y cargas) con **ecuación molecular** (las sustancias del enunciado, con todos los espectadores).
- **Medio ácido** (se ajusta con H^+ y H_2O) con **medio básico** (en la ecuación final solo OH^- y H_2O, nunca H^+).
- **HNO_3 diluido** (se reduce a NO, 3 e^-) con **HNO_3 concentrado** (se reduce a NO_2, 1 e^-).
- **Permanganato en ácido** (MnO_4^- → Mn^{2+}, 5 e^-) con **permanganato en medio neutro o básico** (→ MnO_2, 3 e^-; o → MnO_4^{2-}, 1 e^- en medio muy básico).
- **Punto de equivalencia** (los moles exactos de la ecuación) con **punto final** (lo que ves: el primer rosa persistente); en una buena valoración casi coinciden.

Ponte a prueba

PAU Andalucía 2026 (extraordinaria), Pregunta 3, problema 3B (a elegir entre 3A y 3B; 2 puntos: 1 punto cada apartado). En determinadas regiones se añade yoduro de potasio al agua potable con el fin de complementar la dieta de la población. Para cuantificar la concentración de yoduro presente se lleva a cabo una valoración utilizando permanganato de potasio en medio ácido, según la reacción: $\mathrm{KMnO_4 + KI + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + I_2 + K_2SO_4 + H_2O}$. a) Ajuste la ecuación molecular por el método del ion-electrón. b) Para proporcionar el medio ácido necesario en la reacción se emplean 10 mL de ácido sulfúrico (H2SO4) comercial con una densidad de 1,84 g·mL–1 y una riqueza del 98% en masa. Calcule la masa de yodo molecular (I2) que se genera, suponiendo que todo el ácido disponible se consume en la reacción. Datos: Masas atómicas relativas: I= 126,9; H= 1; O= 16; S= 32

Solución: a) Reducción (Mn: +7 → +2): $\mathrm{MnO_4^- + 8\,H^+ + 5\,e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4\,H_2O}$ (× 2). Oxidación (I: -1 → 0): $\mathrm{2\,I^- \longrightarrow I_2 + 2\,e^-}$ (× 5). Iónica: $\mathrm{2\,MnO_4^- + 10\,I^- + 16\,H^+ \longrightarrow 2\,Mn^{2+} + 5\,I_2 + 8\,H_2O}$. Molecular: $\mathrm{2\,KMnO_4 + 10\,KI + 8\,H_2SO_4 \longrightarrow 2\,MnSO_4 + 5\,I_2 + 6\,K_2SO_4 + 8\,H_2O}$. **b)** Masa de H_2SO_4 puro: $10 \cdot 1{,}84 \cdot 0{,}98 = 18{,}03$ g; $n = 18{,}03/98 = 0{,}1840$ mol. Por la ecuación, 8 H_2SO_4 dan 5 I_2: $n(I_2) = 0{,}1840 \cdot 5/8 = 0{,}1150$ mol; $m = 0{,}1150 \cdot 253{,}8 =$ **29,2 g de I_2**. En Andalucía no hay solución oficial con resultados: si ajustas sin ion-electrón, te quitan además el 25 % de este apartado.

PAU Galicia 2025 (ordinaria), Pregunta 2 (2,5 puntos). 2.1. El nitrato de plata se obtiene haciendo reaccionar la plata metálica con ácido nítrico, según la siguiente reacción: $\mathrm{HNO_3\,(aq) + Ag\,(s) \longrightarrow AgNO_3\,(aq) + NO\,(g) + H_2O\,(l)}$. Ajuste las ecuaciones iónica y molecular por el método del ion-electrón. (1 punto) 2.2. Si reaccionan 40 g de plata con la suficiente cantidad de HNO3, calcule la cantidad de nitrato de plata que se obtendrá sabiendo que el rendimiento de la reacción es del 60%. (1 punto) Responda uno de estos dos apartados 2.3 o 2.4: 2.3. Justifique razonadamente si en una disolución acuosa a 25°C la Ag metálica podría reducir los iones Cu2+(ac) a Cu(s). (0,5 puntos) 2.4. Se hace pasar una corriente eléctrica de 2 A a través de 250 mL de una disolución acuosa 0,1 M de iones Cu2+. Calcule cuántos minutos deben pasar para que todo el Cu2+ presente en la disolución se deposite como cobre metálico. (0,5 puntos) Datos: Eo(Ag+/Ag)= + 0,80 V y Eo(Cu2+/Cu)= + 0,34 V; R= 8,31 J·K-1·mol-1 o 0,082 atm·L·K-1·mol-1; 1 atm= 101,3 kPa; Constante de Faraday: 96 485 C; Kw= 1,0·10-14 (con el examen se entrega la tabla periódica con las masas atómicas).

Solución: 2.1 Oxidación: $\mathrm{Ag \longrightarrow Ag^+ + e^-}$ (× 3). Reducción: $\mathrm{NO_3^- + 4\,H^+ + 3\,e^- \longrightarrow NO + 2\,H_2O}$. Iónica: $\mathrm{3\,Ag + NO_3^- + 4\,H^+ \longrightarrow 3\,Ag^+ + NO + 2\,H_2O}$. Molecular: $\mathrm{3\,Ag + 4\,HNO_3 \longrightarrow 3\,AgNO_3 + NO + 2\,H_2O}$ (de los 4 $\mathrm{HNO_3}$, 1 se reduce y 3 dan el nitrato de la sal). **2.2** $n(\mathrm{Ag}) = 40/107{,}9 = 0{,}3707$ mol $= n(\mathrm{AgNO_3})$ teórico; $m = 0{,}3707 \cdot 169{,}9 = 63{,}0$ g; con el 60 %: $63{,}0 \cdot 0{,}60 =$ **37,8 g de** $\mathrm{AgNO_3}$, como la solución oficial. **2.3** $\mathrm{Cu^{2+} + 2\,Ag \longrightarrow Cu + 2\,Ag^+}$: $E^\circ = 0{,}34 - 0{,}80 = -0{,}46$ V < 0, así que $\Delta G^\circ = -nFE^\circ > 0$: **no**, la plata no reduce al $\mathrm{Cu^{2+}}$ (Tema 16). **2.4** $n(\mathrm{Cu^{2+}}) = 0{,}250 \cdot 0{,}1 = 0{,}025$ mol; $\mathrm{Cu^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Cu}$ necesita 0,050 mol de electrones: $Q = 0{,}050 \cdot 96\,485 = 4824$ C; $t = Q/I = 4824/2 = 2412$ s ≈ **40 min** (la solución oficial redondea a 2400 s, 40 min).

PAU Aragón 2025 (extraordinaria), Pregunta 4, opción 4B (a elegir entre 4A y 4B; 2 puntos). Para determinar el contenido de hierro en un mineral se puede hacer reaccionar el Fe2+ presente en el mismo con permanganato de potasio en medio ácido convirtiéndolo en Fe3+: $\mathrm{MnO_4^- + Fe^{2+} + H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + Fe^{3+} + H_2O}$. a) Ajuste por el método del ión-electrón la reacción redox que se produce, indicando cuál es el agente oxidante y cuál es el agente reductor. (1 punto) b) Se analizan 10,2 g de una muestra de un mineral de hierro, y se supone que todo el hierro presente está en forma de Fe2+. Para transformarlo completamente se necesitan 42 mL de una disolución 0,25 M de permanganato de potasio. Determine el porcentaje de hierro en el mineral. (1 punto) Datos: Masa atómica: Fe = 56.

Solución: a) Oxidación: $\mathrm{Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-}$ (× 5). Reducción: $\mathrm{MnO_4^- + 8\,H^+ + 5\,e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4\,H_2O}$. Global: $\mathrm{5\,Fe^{2+} + MnO_4^- + 8\,H^+ \longrightarrow 5\,Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4\,H_2O}$ (carga +17 a cada lado). El $\mathrm{Fe^{2+}}$ pierde electrones y se oxida: es el **reductor**; el $\mathrm{MnO_4^-}$ los gana y se reduce: es el **oxidante**. **b)** $n(\mathrm{MnO_4^-}) = 0{,}25 \cdot 0{,}042 = 0{,}0105$ mol; $n(\mathrm{Fe^{2+}}) = 5 \cdot 0{,}0105 = 0{,}0525$ mol; $m(\mathrm{Fe}) = 0{,}0525 \cdot 56 = 2{,}94$ g; $\% = 2{,}94/10{,}2 \cdot 100 =$ **28,8 % de hierro**, como la solución oficial (que reparte 0,2 + 0,3 + 0,2 + 0,3 puntos entre los cuatro pasos).

Fuentes

1. Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato (Química, saberes B.5 «Reacciones redox»)
2. PAU Castilla-La Mancha 2026, ordinaria: examen de Química
3. PAU Castilla-La Mancha 2026, ordinaria: criterios de corrección de Química
4. PAU Principado de Asturias 2026, ordinaria: examen de Química
5. PAU Principado de Asturias 2026, ordinaria: examen resuelto y criterios de corrección
6. PAU País Vasco 2026, ordinaria: examen de Química
7. PAU País Vasco 2026, ordinaria: solucionario y criterios

8. PAU Andalucía 2026, extraordinaria: examen de Química
9. PAU Andalucía 2026, reserva 2: examen de Química
10. PAU Galicia 2025, ordinaria: examen de Química
11. PAU Galicia 2025, ordinaria: criterios de corrección (en gallego)
12. PAU Aragón 2025, extraordinaria: examen y criterios de Química
13. PAU Aragón 2026, ordinaria: examen y criterios de Química
14. PAU Comunitat Valenciana 2025, ordinaria: examen y criterios de Química
15. PAU La Rioja 2025, extraordinaria: examen y criterios de Química
16. Ponencia de Química de Andalucía: Directrices y orientaciones generales para la PAU. Química. Curso 2026-27
17. Canarias: acta de la 2.ª reunión de coordinación de Química para la PAU (20-03-2026) · curso 2025-26
18. Canarias: acta de la 1.ª reunión de coordinación de Química para la PAU 2027 (30-09-2026)
19. Generalitat de Catalunya / CIC: Orientacions per a l'examen de la matèria Química de les PAU-2027 (versión de 12-11-2026)
20. Junta de Castilla y León: Guía de calificación de Química, PAU 2027 (23-10-2026; mismo contenido que la de 2026) (matriz de especificación)
21. Universidad de Murcia: Redox, apuntes y exámenes resueltos (PAU 2026, enlazado en la documentación de 2027)
22. Universidad de Murcia: Consejos para el examen de Química (PAU 2026, enlazado en la documentación de 2027)
23. PAU Región de Murcia 2026, ordinaria: examen y resolución de Química
24. Canarias: acta de la 2.ª reunión de coordinación de Química para la PAU 2025 (28-03-2025) · curso 2024-25
25. Universidad de Murcia: Orientación sobre los contenidos del examen de Química (PAU 2027)
26. Comisión de Química de la Comunitat Valenciana: Matizaciones sobre el programa (vigentes en 2026-27)
27. CiUG, Grupo de Traballo de Química: Orientacións. Curso 2026/2027
28. Universidad de Oviedo: Información sobre la PAU. Curso 2025/2026. Química (ficha de la materia)
29. Universidad de Cantabria: Química, saberes básicos, concreciones y estructura del ejercicio
30. IUPAC: Nomenclatura de Química Inorgánica. Recomendaciones de 2005 (traducción española, Prensas Universitarias de Zaragoza, 2007): números de oxidación
31. Petrucci, Herring, Madura y Bissonnette: Química general (Pearson), capítulo de reacciones de oxidación-reducción
32. Harris: Análisis químico cuantitativo (Reverté), capítulos de valoraciones redox (permanganato, dicromato, yodometría)

Imágenes: Farmeando PAU: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia (Python y matplotlib). · Farmeando PAU: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia (Python y matplotlib). · Farmeando PAU: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia (Python y matplotlib).

Apuntes de Farmeando PAU · farmeandopau.com · Revisados frente a fuentes. Última revisión: 15 de noviembre de 2026. Licencia CC BY-NC-ND 4.0: puedes copiarlo y compartirlo citándonos, sin uso comercial ni cambios (las imágenes, con su propia licencia). ¿Un error? Avísanos desde la página del tema. Cómo los hacemos: farmeandopau.com/metodologia.