

CONVOCATÒRIA: ORDINÀRIA 2026

CONVOCATORIA: ORDINARIA 2026

ASSIGNATURA: Química

ASIGNATURA: Química

CRITERIS DE CORRECCIÓ / CRITERIOS DE CORRECCIÓN

Criteris de correcció generals

1. L'examen consta de 5 exercicis. Cada exercici té una puntuació màxima de 2 punts. La puntuació de cada subapartat està indicada en **negreta** en l'enunciat corresponent.
2. Es valorarà prioritàriament el plantejament, el desenvolupament i la discussió dels resultats. Totes les respostes han de ser degudament raonades, si així es requereix. Els apartats que es responguen sense un raonament adequat no podran ser puntuats amb més del 30 % de la puntuació total d'aquest apartat (en cas de ser correcta la resposta) i sempre d'acord amb els criteris que, si escau, trasllade la comissió de matèria als vocals correctors.
3. Els errors numèrics o d'arredoniment tenen una importància secundària, excepte en els casos en què aquests errors comporten errors conceptuals importants (graus de dissociació superior a 1, temperatures absolutes o concentracions negatives, etc.). En aquests casos, l'apartat corresponent ha de ser valorat amb zero punts, llevat que es justifique la inconsistència del resultat.
4. Quan calga fer l'ajust d'una reacció química es considerarà igualment vàlid qualsevol mètode d'ajust, llevat que s'indique explícitament el contrari.

Criteris de correcció idiomàtica

En tots els exercicis de la prova d'accés a la universitat es valorarà específicament la capacitat expressiva i la correcció idiomàtica dels estudiants, i per a això es tindrà en compte, a més de l'adequació al que se sol·licita en l'enunciat:

- a) La correcció ortogràfica (grafies, accents i puntuació).
- b) La coherència, la cohesió, la correcció gramatical, la correcció lèxica i la presentació.

Les penalitzacions pels errors indicats anteriorment s'aplicaran atenent els criteris següents:

- El corrector marcarà els errors en l'exercici i especificarà clarament la deducció efectuada en la nota global en relació amb els dos criteris anteriors.
- La **màxima deducció global en l'exercici serà un punt**, atenent els criteris següents:
 - Els dos primers errors ortogràfics no es penalitzaran.
 - Quan es repeticis la mateixa falta d'ortografia es comptarà com una sola.
 - **A partir de la tercera falta d'ortografia es deduiran -0,10 punts fins a un màxim d'un punt.**
 - Per errors en la redacció, en la presentació, falta de coherència, falta de cohesió, incorrecció lèxica i incorrecció gramatical es podrà deduir un màxim de mig punt.

Cal tindre en compte que en els casos en què la suma de les deduccions anteriors siga superior a un punt, aquesta serà la **màxima deducció permesa: un punt**.

Críteris específics de correcció

Amb l'únic objectiu de facilitar la labor dels correctors, s'adjunten les solucions als exercicis proposats i es detallen les puntuacions màximes que els correctors poden atorgar en cada exercici o apartat. L'objectiu no és oferir "solucions oficials", sinó recopilar breument les respostes correctes. **La resolució dels exercicis que es presenta no ha de ser considerada com l'única possible. En molts casos, la resposta a cada apartat de l'examen es pot realitzar de forma igualment correcta seguint una argumentació alternativa.**

Exercici 1.

[2 punts]

La crema de combustibles fòssils (carbó i hidrocarburs) genera CO_2 i H_2O . Aquesta és una de les causes principals de l'augment de la quantitat de CO_2 en l'atmosfera, fet que contribueix a l'avanç del canvi climàtic a través de l'efecte hivernacle. Per això, la descarbonització s'ha convertit en una de les prioritats per a la nostra societat.

El metà, CH_4 , és un gas a temperatura ambient. El seu preu aproximat és de 0,5 € per m^3 del gas (mesurat a 0°C i 1 atm de pressió, $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$). D'altra banda, l'octà, C_8H_{18} (component majoritari de la gasolina), és un líquid de densitat $0,703 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$, amb un cost d'aproximadament 1,55 € per litre.

Les reaccions de combustió de metà i octà són:



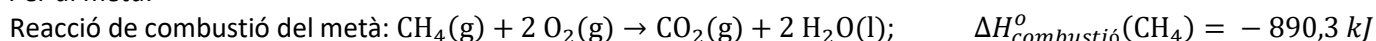
- a) Calculeu el cost, en euros, de cada un dels combustibles esmentats que és necessari cremar per a produir 10^9 J d'energia en forma de calor. **(1,2 punts)**
- b) A més del cost econòmic, és important conèixer el cost mediambiental derivat de la producció de CO_2 . Calculeu la quantitat de CO_2 , en kg, que es produeix en cada un dels dos processos de combustió esmentats a l'apartat a) i deduiu quin dels dos combustibles és més contaminant, en termes de la quantitat de CO_2 emesa. **(0,8 punts)**

Dades: variació d'entalpia de combustió en condicions estàndard, $\Delta H^\circ(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$: CH_4 : $-890,3$; C_8H_{18} : $-5471,3$.

Plantejament de l'exercici

- a) Calculeu el cost, en euros, de cada un dels combustibles esmentats que és necessari cremar per a produir 10^9 J d'energia en forma de calor. **(1,2 punts)**

Per al metà:



L'energia que la combustió ha d'alliberar és: $Q_{\text{combustió}} = -10^9 \text{ J} = -10^6 \text{ kJ}$

$$Q_{\text{combustió}} = n_{\text{CH}_4} \cdot \Delta H^\circ_{\text{combustió}}(\text{CH}_4) \Rightarrow n_{\text{CH}_4} = \frac{Q_{\text{combustió}}}{\Delta H^\circ_{\text{combustió}}(\text{CH}_4)} = \frac{-10^6 \text{ kJ}}{-890,3 \text{ kJ}} = 1123,2 \text{ mol CH}_4$$

Mols de metà: 0,25 punts

El volum de metà, considerant comportament ideal:

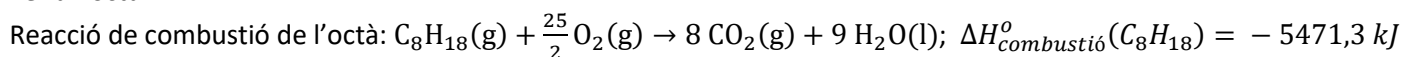
$$V_{\text{CH}_4} = \frac{n_{\text{CH}_4} \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1123,2 \text{ (mol)} \cdot 0,082 \text{ (atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}) \cdot 273,15 \text{ (K)}}{1 \text{ atm}} = 25157,8 \text{ L} = 25,158 \text{ m}^3$$

Volum de metà: 0,25 punts

Cost del metà: $\text{Cost}(\text{CH}_4) = 25,158 \text{ m}^3 \cdot 0,5 \text{ €} \cdot \text{m}^{-3} = \mathbf{12,58 \text{ €}}$

Cost del metà: 0,1 punts

Per a l'octà:



L'energia que la combustió ha d'alliberar és: $Q_{\text{combustió}} = -10^9 \text{ J} = -10^6 \text{ kJ}$

$$Q_{\text{combustió}} = n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} \cdot \Delta H^\circ_{\text{combustió}}(\text{C}_8\text{H}_{18}) \Rightarrow n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = \frac{Q_{\text{combustió}}}{\Delta H^\circ_{\text{combustió}}(\text{C}_8\text{H}_{18})} = \frac{-10^6 \text{ kJ}}{-5471,3 \text{ kJ}} = 182,8 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}$$

Mols d'octà: 0,25 punts

La massa d'octà serà:

$$\text{MM}(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 8 \cdot 12,01 + 18 \cdot 1,01 = 114,26 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} \cdot \text{MM}(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 182,8 \text{ mol} \cdot 114,26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 20886,7 \text{ g} = 20,887 \text{ kg C}_8\text{H}_{18}$$

Utilitzant la densitat de l'octà líquid: $d_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = \frac{m_{\text{C}_8\text{H}_{18}}}{V_{\text{C}_8\text{H}_{18}}} \Rightarrow V_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = \frac{m_{\text{C}_8\text{H}_{18}}}{d_{\text{C}_8\text{H}_{18}}} = \frac{20,8837 \text{ kg C}_8\text{H}_{18}}{0,703 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}} = 29,711 \text{ L C}_8\text{H}_{18}$

Volum d'octà: 0,25 punts

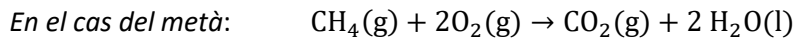
Cost de l'octà: $\text{Cost}(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 29,711 \text{ L C}_8\text{H}_{18} \cdot 1,55 \text{ €} \cdot \text{L}^{-1} = 46,05 \text{ €}$

Cost de l'octà: 0,1 punts

El metà és un combustible més econòmic que l'octà (aproximadament la quarta part en termes del cost per unitat d'energia produïda).

b) A més del cost econòmic, és important conèixer el cost mediambiental derivat de la producció de CO_2 . Calculeu la quantitat de CO_2 , en kg, que es produeix en cada un dels dos processos de combustió esmentats a l'apartat a) i deduiu quin dels dos combustibles és més contaminant, en termes de la quantitat de CO_2 emesa. **(0,8 punts)**

Calculem la massa de CO_2 produïda per la combustió de cada combustible per a generar una mateixa quantitat d'energia (10^9 J):



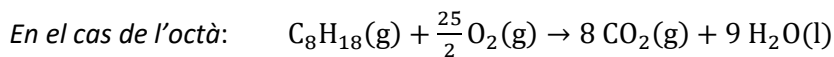
Els mols de CO_2 produïts són: $n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CH}_4} = 1123,2 \text{ mol CO}_2$

Per tant, la quantitat de CO_2 produïda per la combustió del metà és:

$$\text{MM}(\text{CO}_2) = 12,01 + 2 \cdot 16,00 = 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \cdot \text{MM}(\text{CO}_2) = 1123,2 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 49432,0 \text{ g CO}_2 = 49,43 \text{ kg CO}_2$$

Massa de CO_2 produïda pel metà: 0,30 punts



Els mols de CO_2 produïts són: $n_{\text{CO}_2} = 8 \cdot n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = 8 \cdot 182,8 \text{ mol CO}_2 = 1462,4 \text{ mol CO}_2$

Per tant, la quantitat de CO_2 produïda per la combustió de l'octà és:

$$m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \cdot \text{MM}(\text{CO}_2) = 1462,4 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 64360,2 \text{ g CO}_2 = 64,36 \text{ kg CO}_2$$

Massa de CO_2 produïda per l'octà: 0,30 punts

Per tant, **el metà és un combustible menys contaminant que l'octà, ja que produeix al voltant d'un 25 % menys CO_2 que l'octà per unitat d'energia produïda.**

Major cost ecològic: 0,2 punts

Exercici 2. Opció 2.A.**[2 punts]**

El diòxid de nitrogen, NO_2 , és un gas tòxic de color rogenc que es troba en equilibri amb el tetraòxid de dinitrogen, N_2O_4 , que és incolor.



a) En un reactor de 5 litres de capacitat s'introdueixen 0,25 mols de NO_2 . Calculeu quina serà la pressió a l'interior després d'arribar a l'equilibri a 25°C . **(1 punt)**

b) Quan la mescla en equilibri entre NO_2 i N_2O_4 s'emmagatzema en un reactor transparent s'observa que l'interior presenta un feble color rogenc, la intensitat del qual augmenta en incrementar la temperatura de la mescla. D'acord amb això, deduïu si la reacció de formació de N_2O_4 a partir de NO_2 és exotèrmica o endotèrmica. **(1 punt)**

Nota: tant el CaCl_2 com el Na_2SO_4 són sals solubles en aigua que es dissocien en els seus ions constituents.

Plantejament de l'exercici

a) En un reactor de 5 litres de capacitat s'introdueixen 0,25 mols de NO_2 . Calculeu quina serà la pressió a l'interior després d'arribar a l'equilibri a 25°C . **(1 punt)**

Concentració inicial de NO_2 : $[\text{NO}_2]_{\text{inicial}} = \frac{0,25 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = \mathbf{0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$

Plantejant l'equilibri en termes de les concentracions de reactiu i producte:

	$2 \text{NO}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$
Concentració inicial, $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	0,05		0
Concentració equilibri	$0,05 - 2x$		x

Balanç de matèria: 0,3 punts

A l'equilibri: $K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{x}{(0,05-2x)^2} = 217$

L'equació de segon grau: $868x^2 - 44,4x + 0,5425 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 0,0202 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}: \text{solució vàlida} \\ x_2 = 0,0310 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}: \text{solució NO vàlida} \end{cases}$

Resolució de l'equació: 0,3 punts

Per tant:

$$\left. \begin{aligned} [\text{NO}_2]_{\text{eq}} &= 0,05 - 2x = 0,05 \text{ M} - 2 \cdot 0,0202 \text{ M} = 0,0096 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ [\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}} &= x = 0,0202 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_{\text{total}} = ([\text{NO}_2]_{\text{eq}} + [\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}}) \cdot R \cdot T$$

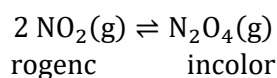
$P_{\text{total}} = (0,0096 + 0,0202)(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \cdot 0,082(\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}) \cdot (273,15 + 25)(\text{K}) = \mathbf{0,729 \text{ atm}}$

Pressió en l'equilibri: 0,4 punts

b) Quan la mescla en equilibri entre NO_2 i N_2O_4 s'emmagatzema en un reactor transparent s'observa que l'interior presenta un feble color rogenc, la intensitat del qual augmenta en incrementar la temperatura de la mescla. D'acord amb això, deduïu si la reacció de formació de N_2O_4 a partir de NO_2 és exotèrmica o endotèrmica. **(1 punt)**

Evidència experimental: en augmentar la temperatura, l'equilibri es desplaça cap a la formació del gas de color rogenc, NO_2 (cap a l'esquerra). La reacció ha de ser exotèrmica. $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + Q$

Segons el principi de Le Chatelier, el sistema evoluciona de manera que tendeix a oposar-se al canvi produït. Un augment de la temperatura fa que el sistema evolucione de manera que la temperatura disminuisca. Si en aquest procés el sistema evoluciona cap a l'esquerra és perquè la reacció és **exotèrmica**.

**Aplicació del principi de Le Chatelier: fins a 1 punt**

El sulfat de calci, CaSO_4 , és una substància poc soluble en aigua amb un valor de $K_{ps} = 9,1 \cdot 10^{-6}$.

- a) Calculeu la màxima quantitat de sulfat de calci, en grams, que podem dissoldre completament en 0,5 L d'aigua. (1 punt)
- b) Es disposa de 100 mL d'una dissolució de clorur de calci, CaCl_2 , amb una concentració d' $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Calculeu la quantitat, en grams, de Na_2SO_4 , que seria necessària afegir-hi per a iniciar la precipitació del sulfat de calci. Considereu que el volum de la dissolució no varia. (1 punt)

Plantejament de l'exercici

- a) Calculeu la màxima quantitat de sulfat de calci, en grams, que podem dissoldre completament en 0,5 L d'aigua. (1 punt)

Equilibri de solubilitat: $\text{CaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

Les concentracions de Ca^{2+} i SO_4^{2-} són iguals, S. El balanç de matèria és:

	$\text{CaSO}_4(\text{s})$	\rightleftharpoons	$\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$	+	$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
concentracions equilibri, $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$			S		S

El producte de solubilitat, K_{ps} : $K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = S^2$

Per tant: $S = \sqrt{K_{ps}} = 3,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

0,5 punts

Els mols de CaSO_4 que es poden dissoldre són:

$$S(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) = \frac{n(\text{Ca}^{2+})}{V(\text{L})} = \frac{n(\text{CaSO}_4)}{V(\text{L})}; \Rightarrow n(\text{CaSO}_4) = S(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \cdot V(\text{L}) = 3,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,5 \text{ L} = 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol CaSO}_4$$

La massa de CaSO_4 que es pot dissoldre és, per tant:

$$\text{MM}(\text{CaSO}_4) = 40,08 + 32,07 + 4 \cdot 16,00 = 136,15 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{CaSO}_4) = n(\text{CaSO}_4) \cdot \text{MM}(\text{CaSO}_4) = 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 136,15 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{0,2056 \text{ g CaSO}_4}$$

0,5 punts

- b) Es disposa de 100 mL d'una dissolució de clorur de calci, CaCl_2 , amb una concentració d' $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Calculeu la quantitat, en grams, de Na_2SO_4 , que seria necessària afegir-hi per a iniciar la precipitació del sulfat de calci. Considereu que el volum de la dissolució no varia. (1 punt)

El clorur de calci es dissol completament: $\text{CaCl}_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$

Per tant, $[\text{Ca}^{2+}] = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Perquè s'iniciï la precipitació de CaSO_4 , segons l'equació química: $\text{CaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$, el producte iònic ha d'igualar la K_{ps} del CaSO_4 : $[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = K_{ps}(\text{CaSO}_4)$.

Aïllem la concentració de sulfat que, com a màxim, ha de valdre:

$$[\text{SO}_4^{2-}] = K_{ps}/[\text{Ca}^{2+}] = 9,1 \cdot 10^{-6}/1 \cdot 10^{-3} = 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

0,5 punts

Quan la $[\text{SO}_4^{2-}]$ de la dissolució ($V = 0,1 \text{ L}$) supere el valor de $9,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, el $\text{CaSO}_4(\text{s})$ precipitarà.

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})}{V(\text{L})} = 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}; \Rightarrow n(\text{SO}_4^{2-}) = [\text{SO}_4^{2-}] \cdot V(\text{L}) = 0,1 \text{ L} \cdot 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 9,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol SO}_4^{2-}$$

$$\text{MM}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 22,99 + 32,07 + 4 \cdot 16,00 = 142,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Com que $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_4^{2-})$, la quantitat de sulfat de sodi, en grams, serà:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot \text{MM}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 9,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 142,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{0,129 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}$$

0,5 punts

Considerem els elements sofre, calci i cobalt.

- a) Escriviu la configuració electrònica dels tres elements en l'estat fonamental. (0,6 punts)
- b) Escriviu dues combinacions possibles dels quatre nombres quàntics per a un electró del nivell 3d de l'àtom de cobalt. (0,4 punts)

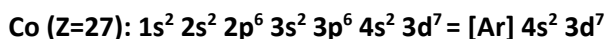
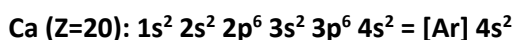
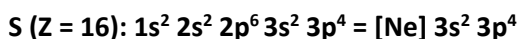
Contesteu **una** de les qüestions següents:

- c1) Aplicant la regla de l'octet, deduiu quina és la fórmula empírica del compost format per sofre i calci. Raoneu quin tipus d'enllaç s'estableix en aquest compost. (1 punt)
- c2) A partir de les estructures de Lewis, raoneu quina serà la geometria de les molècules de diclorodifluorometà, CF_2Cl_2 , i triclorur d'arsènic, AsCl_3 . Discutiu la seua polaritat. (1 punt)

Plantejament de l'exercici

- a) Escriviu la configuració electrònica dels tres elements en l'estat fonamental. (0,6 punts)

Les configuracions electròniques, CE:



Cada CE: 0,2 punts

- b) Escriviu dues combinacions possibles dels quatre nombres quàntics per a un electró del nivell 3d de l'àtom de cobalt. (0,4 punts)

L'electró més extern del cobalt és un electró 3d, per tant, $n = 3$, $\ell = 2$, m_ℓ pot tindre els valors $-2, -1, 0, +1$ i $+2$, i m_s pot tindre els valors $+1/2$ i $-1/2$. Es poden escriure fins a 10 combinacions diferents.

Cada combinació: 0,2 punts

- c1) Aplicant la regla de l'octet, deduiu quina és la fórmula empírica del compost format per sofre i calci. Raoneu quin tipus d'enllaç s'estableix en aquest compost. (1 punt)

Fórmula empírica: el S completa l'octet acceptant dos e^- i transformant-se en l'anió S^{2-} , mentre que el Ca, un metall amb una baixa energia d'ionització, adquireix una configuració electrònica de gas noble perdent dos e^- i formant el catió Ca^{2+} . Per tant, el compost que es forma és el **CaS**, sulfur de calci.

Fórmula: 0,5 punts

Tipus d'enllaç: el Ca és un metall del grup 2 que tendeix a perdre electrons per a quedar-se amb un nivell electrònic complet ($n = 3$). Forma el catió Ca^{2+} . El sofre és un no-metall que tendeix a guanyar electrons per a completar el nivell $n = 2$. Forma l'anió sulfur, S^{2-} . Entre aquests dos ions, amb càrregues oposades, s'estableix una interacció elèctrica que es descriu com un **enllaç iònic**.

Enllaç: 0,5 punts

- c2) A partir de les estructures de Lewis, raoneu quina serà la geometria de les molècules de diclorodifluorometà, CF_2Cl_2 i triclorur d'arsènic, AsCl_3 . Discutiu la seua polaritat. (1 punt)

Estructura electrònica de Lewis	Distribució dominis electrònics	Geometria molecular
	<p>AX_3E; AX_2Y_2</p>	<p>AsCl_3: piràmide de base triangular</p> <p>CF_2Cl_2: tetraedre distorsionat</p>

Geometria molecular: d'acord amb la TRPECV, el carboni de la molècula CF_2Cl_2 presenta quatre dominis electrònics que es distribueixen cap als vèrtexs d'un tetraedre (AX_2Y_2). Els quatre dominis són parells d'electrons enllaçants que formen els enllaços C–F i C–Cl. Per tant, la geometria és **tetraèdrica**. Amb més detall, es tracta d'un **tetraedre distorsionat**, ja que els enllaços C–Cl són més llargs que els enllaços C–F (diferent naturalesa de l'àtom terminal).

0,3 punts

D'altra banda, en el AsCl_3 , els quatre parells d'electrons de l'àtom de As central també estan dirigits cap als vèrtexs d'un tetraedre, però hi ha tres parells d'enllaç (tres enllaços As–Cl) i un parell no enllaçant (AX_3E). D'aquesta manera, la geometria molecular és de **piràmide de base triangular**.

0,3 punts

Polaritat: la molècula de AsCl_3 serà **polar** perquè no s'anul·len els moments dipolars associats als tres enllaços As–Cl. La molècula CF_2Cl_2 també és **polar**. Els moments dipolars associats als enllaços C–F i C–Cl no són de la mateixa magnitud i, per tant, la suma vectorial no s'anul·la.

Cada molècula: 0,2 punts

Exercici 4.**[2 punts]**

L'àcid acetilsalicílic, $C_9H_8O_4$, és la molècula activa en el fàrmac Aspirina[®]. S'obté en reaccionar l'àcid salicílic, $C_7H_6O_3$, amb anhídrid acètic, $C_4H_6O_3$, segons l'equació química següent:



a) Sabent que el rendiment d'aquesta reacció és del 88 %, calculeu quants grams d'àcid acetilsalicílic s'obtindran si es fan reaccionar 3,0 g d'àcid salicílic amb 6,0 mL d'anhídrid acètic. **(1 punt)**

Dada: densitat de l'anhídrid acètic: $1,08 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Contesteu **una** de les qüestions següents:

b1) L'àcid salicílic és un àcid monopròtic feble, HA, amb una constant d'acidesa $K_a = 1\cdot 10^{-3}$. Calculeu el pH que tindrà una dissolució de concentració $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ d'àcid salicílic. **(1 punt)**

b2) Calculeu el volum d'una dissolució de KOH de concentració $0,05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ necessari per a reaccionar completament amb l'àcid salicílic present en 25 mL d'una dissolució de concentració $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. **(1 punt)**

Plantejament de l'exercici

a) Sabent que el rendiment d'aquesta reacció és del 88 %, calculeu quants grams d'àcid acetilsalicílic s'obtindran si es fan reaccionar 3,0 g d'àcid salicílic amb 6,0 mL d'anhídrid acètic. **(1 punt)**

$$MM(C_7H_6O_3) = 7\cdot 12,01 + 6\cdot 1,01 + 3\cdot 16,00 = 138,13 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\text{Els mols inicials d'àcid salicílic són: } 3 \text{ g } C_7H_6O_3 \cdot \frac{1 \text{ mol } C_7H_6O_3}{138,13 \text{ g } C_7H_6O_3} = 0,022 \text{ mol } C_7H_6O_3$$

$$\text{Anhídrid acètic inicial: } d_{C_4H_6O_3} = \frac{m_{C_4H_6O_3}}{V}; \Rightarrow m_{C_4H_6O_3} = d_{C_4H_6O_3} \cdot V = 1,08 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1} \cdot 6 \text{ mL} = 6,48 \text{ g } C_4H_6O_3$$

$$MM(C_4H_6O_3) = 4\cdot 12,01 + 6\cdot 1,01 + 3\cdot 16,00 = 102,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\text{Mols inicials d'anhídrid acètic, } C_4H_6O_3: n_{C_4H_6O_3} = \frac{m_{C_4H_6O_3}}{MM(C_4H_6O_3)} = \frac{6,48 \text{ g}}{102,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0,063 \text{ mol } C_4H_6O_3$$

La relació estequiomètrica $C_7H_6O_3$: $C_4H_6O_3$ és 1:1. Per tant, **el reactiu limitant és l'àcid salicílic, $C_7H_6O_3$.**

La quantitat, en mols, d'acetilsalicílic que es formarà, tenint en compte el rendiment del 88 %, és:

$$0,022 \text{ mol } C_7H_6O_3 \left(\frac{1 \text{ mol } C_9H_8O_4}{1 \text{ mol } C_7H_6O_3} \right) \left(\frac{88}{100} \right) = 0,0194 \text{ mol } C_9H_8O_4$$

I els grams d'àcid acetilsalicílic format:

$$MM(C_9H_8O_4) = 9\cdot 12,01 + 8\cdot 1,01 + 4\cdot 16,00 = 180,17 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$m(C_9H_8O_4) = n(C_9H_8O_4) \cdot MM(C_9H_8O_4) = 0,0194 \text{ mol} \cdot 180,17 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = \mathbf{3,50 \text{ g } C_9H_8O_4}$$

Massa d'àcid acetilsalicílic: 1 punt

b1) L'àcid salicílic és un àcid monopròtic feble, HA, amb una constant d'acidesa $K_a = 1\cdot 10^{-3}$. Calculeu el pH que tindrà una dissolució de concentració $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ d'àcid salicílic. **(1 punt)**

El balanç de matèria, en concentracions:

	HA(aq)	+ H ₂ O(l)	\rightleftharpoons	A ⁻ (aq)	+ H ₃ O ⁺ (aq)
conc. inicials, mol·L ⁻¹	0,01				
conc. equilibri	0,01 - x			x	x

$$K_a = \frac{[A^-]\cdot[H_3O^+]}{[HA]} = \frac{x^2}{0,01-x} \Rightarrow x^2 + 10^{-3}x - 10^{-5} = 0; \text{ Solució vàlida: } x = [H_3O^+] = 0,0027 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

I el pH és: **pH = -log[H₃O⁺] = 2,57**

Càlcul del pH: 1 punt

b2) Calculeu el volum d'una dissolució de KOH de concentració $0,05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ necessari per a reaccionar completament amb l'àcid salicílic present en 25 mL d'una dissolució de concentració $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. **(1 punt)**



La reacció estequiomètrica és 1:1: $n(HA) = n(C_7H_6O_3) = n(KOH)$

Les quantitats de reactius involucrades, en mil·limols:

$$n(C_7H_6O_3) = n(HA) = 25 \text{ mL} \cdot 0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0,25 \text{ mmol } (C_7H_6O_3)$$

$$n(KOH) = V(\text{mL})_{KOH} \cdot C_{KOH} = V(\text{mL})_{KOH} \cdot 0,05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$\text{Igualant: } n(C_7H_6O_3) = n(KOH)$$

$$V(\text{mL})_{KOH} \cdot 0,05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 25 \text{ mL} \cdot 0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \Rightarrow \mathbf{V(\text{mL})_{KOH} = \frac{25 \text{ mL}\cdot 0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}{0,05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}} = 5 \text{ mL KOH}}$$

Càlcul del volum: 1 punt

Considereu la reacció en fase gasosa $2 \text{NO}(g) + \text{Br}_2(g) \rightarrow 2 \text{NOBr}(g)$, que és d'ordre 2 respecte del NO i d'ordre 1 respecte del Br_2 .

a) Calculeu la constant de velocitat, si la velocitat inicial és de $3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ quan les concentracions inicials de reactius són $[\text{NO}]_0 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ i $[\text{Br}_2]_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. **(0,5 punts)**

b) Calculeu les velocitats inicials de desaparició de NO i de Br_2 , en les condicions de l'apartat anterior. **(0,5 punts)**

Contesteu **una** de les qüestions següents:

c1) Anomeneu aquests compostos i indiqueu el grup funcional present en cada un. **(1 punt)**

A: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_3$, **B:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$, **C:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOCH}_3$ i **D:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$.

c2) Es construeix una pila electroquímica en la qual es produeix la reacció global següent:



Escriu les semireaccions que tenen lloc en l'ànode i el càtode i calculeu la força electromotriu de la pila en condicions estàndard. **(1 punt)**

Dades: potencial estàndard de reducció, $E^\circ(V)$: $\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}$: $-0,76$; $\text{Ag}^+|\text{Ag}$: $+0,80$.

Plantejament de l'exercici

a) Calculeu la constant de velocitat, si la velocitat inicial és de $3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ quan les concentracions inicials de reactius són $[\text{NO}]_0 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ i $[\text{Br}_2]_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. **(0,5 punts)**

D'acord amb la informació subministrada en l'enunciat, l'equació de velocitat és: $v = k[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]$

D'on podem traure la constant de velocitat:

$$k = \frac{v}{[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]} = \frac{3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2(2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})} = (1/6) \cdot 10^2 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$k = 16,67 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$$

0,5 punts

b) Calculeu les velocitats inicials de desaparició de NO i de Br_2 , en les condicions de l'apartat anterior. **(0,5 punts)**

$$v = -\frac{1}{2} \frac{d[\text{NO}]}{dt} = -\frac{d[\text{Br}_2]}{dt} = +\frac{1}{2} \frac{d[\text{NOBr}]}{dt}$$

La velocitat de desaparició de NO és: $-\frac{d[\text{NO}]}{dt} = 2v = 2 \cdot (3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}) = 6 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

La velocitat de desaparició de Br_2 és: $-\frac{d[\text{Br}_2]}{dt} = v = 3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

c1) Anomeneu aquests compostos i indiqueu el grup funcional present en cada un. **(1 punt)**

A: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_3$, **B:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$, **C:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOCH}_3$ i **D:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$.

Compost	Nom	Grup funcional
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_3$	A: butan-2-ol (2-butanol)	Alcohol
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$	B: butanona	Cetona
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOCH}_3$	C: butanoat de metil	Èster
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	D: àcid butanoic	Àcid carboxílic

Cada compost ben anomenat: 0,125 punts
Cada grup funcional: 0,125 punts

c2) Es construeix una pila electroquímica en la qual es produeix la reacció global següent:



Escriu les semireaccions que tenen lloc en l'ànode i el càtode, i calculeu la força electromotriu de la pila en condicions estàndard. **(1 punt)**

Semireacció catòdica: $2 \cdot [\text{Ag}^+(aq) + e^- \rightarrow \text{Ag}(s)]$

$$E_{red1}^\circ = +0,80 \text{ V}$$

Semireacció anòdica: $1 \cdot [\text{Zn}^{2+}(aq) + 2 e^- \rightarrow \text{Zn}(s)]$

$$E_{red2}^\circ = -0,76 \text{ V}$$

R. global: $2 \text{Ag}^+(aq) + \text{Zn}(s) \rightarrow 2 \text{Ag}(s) + \text{Zn}^{2+}(aq)$

$$E_{pila}^\circ = E_{red1}^\circ - E_{red2}^\circ = 0,80 - (-0,76) = +1,56 \text{ V}$$

FEM: 0,5 punts

En el càtode té lloc la semireacció de reducció: $2 \text{Ag}^+(aq) + 2 e^- \rightarrow 2 \text{Ag}(s)$

En l'ànode té lloc la semireacció d'oxidació: $\text{Zn}(s) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + 2 e^-$

Semireaccions: 0,5 punts

Criterios de corrección generales

- 1.- El examen consta de 5 ejercicios. Cada ejercicio tiene una puntuación máxima de 2 puntos. La puntuación de cada subapartado está indicada en **negrita** en el enunciado correspondiente.
- 2.- Se valorará prioritariamente el planteamiento, desarrollo y discusión de los resultados. Todas las respuestas deberán ser debidamente razonadas, cuando así se requiera. Aquellos apartados que se respondan sin el adecuado razonamiento no podrán ser puntuados con más del 30 % de la puntuación total de dicho apartado (en caso de ser correcta la respuesta) y siempre de acuerdo con los criterios que, en su caso, traslade la Comisión de Materia a los vocales correctores.
- 3.- Los errores numéricos o de redondeo tendrán una importancia secundaria, salvo en los casos en los que dichos errores lleven aparejados errores conceptuales importantes (grados de disociación mayores de 1, temperaturas absolutas o concentraciones negativas, etc.). En estos casos, el apartado correspondiente debe ser valorado con cero puntos, salvo que se justifique la inconsistencia del resultado.
- 4.- Cuando sea necesario hacer el ajuste de una reacción química se considerará igualmente válido cualquier método de ajuste, salvo que se indique explícitamente lo contrario.

Criterios de corrección idiomática

En todos los ejercicios de la prueba de acceso a la universidad se valorarán específicamente la capacidad expresiva y la corrección idiomática de los estudiantes, y para ello se tendrá en cuenta, además de la adecuación a lo solicitado en el enunciado:

- a) La corrección ortográfica (grafías, tildes y puntuación).
- b) La coherencia, la cohesión, la corrección gramatical, la corrección léxica y la presentación.

Las penalizaciones por errores en lo anterior se aplicarán atendiendo a los siguientes criterios:

- El corrector marcará los errores en el ejercicio y especificará claramente la deducción efectuada en la nota global en relación con los dos criterios anteriores.
- **La máxima deducción global en el ejercicio será un punto**, de la forma siguiente:
 - Los dos primeros errores ortográficos no se penalizarán.
 - Cuando se repita la misma falta de ortografía se contará como una sola.
 - **A partir de la tercera falta de ortografía se deducirán -0,10 puntos hasta un máximo de un punto.**
 - Por errores en la redacción, en la presentación, falta de coherencia, falta de cohesión, incorrección léxica e incorrección gramatical se podrá deducir un máximo de medio punto.

En aquellos casos en los que la suma de las deducciones anteriores sea superior a un punto, esta será **la máxima deducción permitida: un punto**.

Crterios especficos de correccin

Con el nico objetivo de facilitar la labor de los correctores, se adjuntan las soluciones a los ejercicios propuestos, detallando las puntuaciones mximas que los correctores podrn otorgar en cada ejercicio o apartado. El objeto no es ofrecer "soluciones oficiales" sino recopilar brevemente las respuestas correctas. **La resolucin de los ejercicios que se presenta, no debe ser considerada como la nica posible. En muchos casos la respuesta a cada uno de los apartados del examen podr realizarse de forma igualmente correcta siguiendo una argumentacin alternativa.**

Ejercicio 1.

[2 puntos]

La quema de combustibles fsiles (carb3n e hidrocarburos) genera CO₂ y H₂O. Esta es una de las causas principales del aumento de la cantidad de CO₂ en la atm3sfera, hecho que contribuye al avance del cambio clim3tico a trav3s del efecto invernadero. Por ello, la descarbonizacin se ha convertido en una de las prioridades para nuestra sociedad.

El metano, CH₄, es un gas a temperatura ambiente. Su precio aproximado es de 0,5 € por m³ del gas (medido a 0 °C y 1 atm de presi3n, 1 m³ = 1000 L). Por otra parte, el octano, C₈H₁₈ (componente mayoritario de la gasolina), es un lquido de densidad 0,703 kg·L⁻¹, cuyo coste es de aproximadamente 1,55 € por litro.

Las reacciones de combusti3n de metano y octano son:



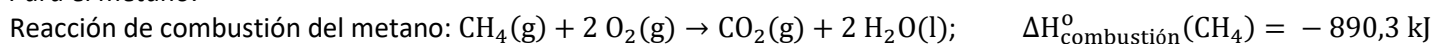
- a) Calcule el coste, en euros, de cada uno de los combustibles mencionados que es necesario quemar para producir 10⁹ J de energa en forma de calor. **(1,2 puntos)**
- b) Adem3s del coste econ3mico, es importante conocer el coste medioambiental derivado de la producci3n de CO₂. Calcule la cantidad de CO₂, en kg, que se produce en cada uno de los dos procesos de combusti3n mencionados en el apartado a) y deduzca cu3l de los dos combustibles es m3s contaminante, en t3rminos de la cantidad de CO₂ emitida. **(0,8 puntos)**

Datos: variaci3n de entalpa de combusti3n en condiciones est3ndar, ΔH^o(kJ·mol⁻¹): CH₄: - 890,3; C₈H₁₈: - 5471,3.

Planteamiento del ejercicio

- a) Calcule el coste, en euros, de cada uno de los combustibles mencionados que es necesario quemar para producir 10⁹ J de energa en forma de calor. **(1,2 puntos)**

Para el metano:



La energa que la combusti3n debe liberar es: Q_{combusti3n} = -10⁹ J = -10⁶ kJ

$$Q_{\text{combusti3n}} = n_{\text{CH}_4} \cdot \Delta H_{\text{combusti3n}}^{\text{o}}(\text{CH}_4) \Rightarrow n_{\text{CH}_4} = \frac{Q_{\text{combusti3n}}}{\Delta H_{\text{combusti3n}}^{\text{o}}(\text{CH}_4)} = \frac{-10^6 \text{ kJ}}{-890,3 \text{ kJ}} = 1123,2 \text{ mol CH}_4$$

Moles de metano: 0,25 puntos

El volumen de metano, asumiendo comportamiento ideal:

$$V_{\text{CH}_4} = \frac{n_{\text{CH}_4} \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1123,2 \text{ (mol)} \cdot 0,082 \text{ (atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}) \cdot 273,15 \text{ (K)}}{1 \text{ atm}} = 25157,8 \text{ L} = 25,158 \text{ m}^3$$

Volumen de metano: 0,25 puntos

Coste del metano: Coste(CH₄) = 25,158 m³ · 0,5 € · m⁻³ = **12,58 €**

Coste de metano: 0,1 puntos

Para el octano:

Reacci3n de combusti3n del octano:



La energa que la combusti3n debe liberar es: Q_{combusti3n} = -10⁹ J = -10⁶ kJ

$$Q_{\text{combusti3n}} = n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} \cdot \Delta H_{\text{combusti3n}}^{\text{o}}(\text{C}_8\text{H}_{18}) \Rightarrow n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = \frac{Q_{\text{combusti3n}}}{\Delta H_{\text{combusti3n}}^{\text{o}}(\text{C}_8\text{H}_{18})} = \frac{-10^6 \text{ kJ}}{-5471,3 \text{ kJ}} = 182,8 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}$$

Moles de octano: 0,25 puntos

La masa de octano ser3:

$$\text{MM}(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 8 \cdot 12,01 + 18 \cdot 1,01 = 114,26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} \cdot \text{MM}(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 182,8 \text{ mol} \cdot 114,26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 20886,7 \text{ g} = 20,887 \text{ kg C}_8\text{H}_{18}$$

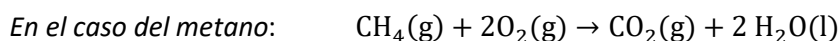
Utilizando la densidad del octano líquido: $d_{C_8H_{18}} = \frac{m_{C_8H_{18}}}{V_{C_8H_{18}}} \Rightarrow V_{C_8H_{18}} = \frac{m_{C_8H_{18}}}{d_{C_8H_{18}}} = \frac{20,887 \text{ kg } C_8H_{18}}{0,703 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}} = 29,711 \text{ L } C_8H_{18}$
Volumen de octano: 0,25 puntos

Coste del octano: $\text{Coste}(C_8H_{18}) = 29,711 \text{ L } C_8H_{18} \cdot 1,55 \text{ €} \cdot \text{L}^{-1} = 46,05 \text{ €}$ Coste del octano: 0,1 puntos

El metano es un combustible más económico que el octano (aproximadamente la cuarta parte en términos del coste por unidad de energía producida).

b) Además del coste económico, es importante conocer el coste medioambiental derivado de la producción de CO_2 en cada uno de los procesos mencionados. Calcule la cantidad de CO_2 , en kg, que se produce en cada uno de los dos procesos de combustión mencionados en el apartado a) y deduzca cuál de los dos combustibles es más contaminante, en términos de la cantidad de CO_2 emitida. (0,8 puntos)

Calculemos la masa de CO_2 producida por la combustión de cada combustible para generar una misma cantidad de energía (10^9 J):



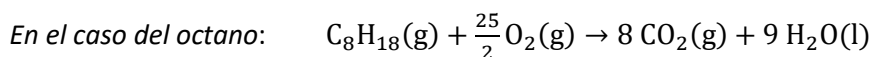
Los moles de CO_2 producidos son: $n_{CO_2} = n_{CH_4} = 1123,2 \text{ mol } CO_2$

Por tanto, la cantidad de CO_2 producida por la combustión del metano es:

$$MM(CO_2) = 12,01 + 2 \cdot 16,00 = 44,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$m_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot MM(CO_2) = 1123,2 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 49432,0 \text{ g } CO_2 = 49,43 \text{ kg } CO_2$$

Masa de CO_2 producida por el metano: 0,30 puntos



Los moles de CO_2 producidos son: $n_{CO_2} = 8 \cdot n_{C_8H_{18}} = 8 \cdot 182,8 \text{ mol } CO_2 = 1462,4 \text{ mol } CO_2$

Por tanto, la cantidad de CO_2 producida por la combustión del octano es:

$$m_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot MM(CO_2) = 1462,4 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 64360,2 \text{ g } CO_2 = 64,36 \text{ kg } CO_2$$

Masa de CO_2 producida por el octano: 0,30 puntos

Por tanto, el metano es un combustible menos contaminante que el octano ya que produce alrededor de un 25 % menos CO_2 que el octano por unidad de energía producida.

Mayor coste ecológico: 0,2 puntos

El dióxido de nitrógeno, NO_2 , es un gas tóxico de color rojizo que se encuentra en equilibrio con el tetraóxido de dinitrógeno, N_2O_4 , que es incoloro.



a) En un reactor de 5 litros de capacidad se introducen 0,25 moles de NO_2 . Calcule cuál será la presión en su interior tras alcanzarse el equilibrio a 25°C . (1 punto)

b) Cuando la mezcla en equilibrio entre NO_2 y N_2O_4 se almacena en un reactor transparente se observa que el interior presenta un débil color rojizo, cuya intensidad aumenta al incrementarse la temperatura de la mezcla. De acuerdo con esto, deduzca si la reacción de formación de N_2O_4 a partir de NO_2 es exotérmica o endotérmica. (1 punto)

Nota: tanto el CaCl_2 como el Na_2SO_4 son sales solubles en agua que se disocian en sus iones constituyentes.

Planteamiento del ejercicio

a) En un reactor de 5 litros de capacidad se introducen 0,25 moles de NO_2 . Calcule cuál será la presión en su interior tras alcanzarse el equilibrio a 25°C . (1 punto)

Concentración inicial de NO_2 : $[\text{NO}_2]_{\text{inicial}} = \frac{0,25 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Planteando el equilibrio en términos de las concentraciones de reactivo y producto:

	$2 \text{NO}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$
Concentración inicial, $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	0,05		0
Concentración equilibrio	$0,05 - 2x$		x

Balance de materia: 0,3 puntos

En el equilibrio: $K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{x}{(0,05-2x)^2} = 217$

La ecuación de segundo grado: $868x^2 - 44,4x + 0,5425 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 0,0202 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}: \text{solución válida} \\ x_2 = 0,0310 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}: \text{solución NO válida} \end{cases}$

Resolución de la ecuación: 0,3 puntos

Por tanto:

$$\left. \begin{aligned} [\text{NO}_2]_{\text{eq}} &= 0,05 - 2x = 0,05 \text{ M} - 2 \cdot 0,0202 \text{ M} = 0,0096 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ [\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}} &= x = 0,0202 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_{\text{total}} = ([\text{NO}_2]_{\text{eq}} + [\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}}) \cdot R \cdot T$$

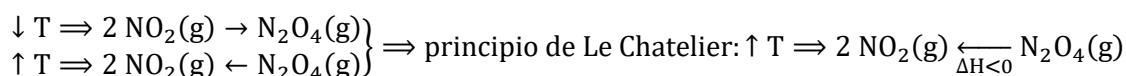
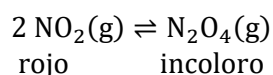
$P_{\text{total}} = (0,0096 + 0,0202)(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \cdot 0,082(\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}) \cdot (273,15 + 25)(\text{K}) = 0,729 \text{ atm}$

Presión en el equilibrio: 0,4 puntos

b) Cuando la mezcla en equilibrio entre NO_2 y N_2O_4 se almacena en un reactor transparente se observa que el interior presenta un débil color rojizo, cuya intensidad aumenta al incrementarse la temperatura de la mezcla. De acuerdo con esto, deduzca si la reacción de formación de N_2O_4 a partir de NO_2 es exotérmica o endotérmica. (1 punto)

Evidencia experimental: al aumentar la temperatura, el equilibrio se desplaza hacia la formación del gas de color rojizo, NO_2 (hacia la izquierda). La reacción debe ser exotérmica. $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + Q$

Según el principio de Le Chatelier, el sistema evoluciona de manera que tiende a oponerse al cambio producido. Un aumento de la temperatura impulsa a que el sistema evolucione de manera que intente disminuirla. Si en ese proceso, el sistema evoluciona a la izquierda es porque la reacción es **exotérmica**.



Aplicación del principio de Le Chatelier: hasta 1 punto

El sulfato de calcio, CaSO_4 , es una sustancia poco soluble en agua con un valor de $K_{ps} = 9,1 \cdot 10^{-6}$.

- a) Calcule la máxima cantidad de sulfato de calcio, en gramos, que podremos disolver completamente en 0,5 L de agua. **(1 punto)**
- b) Se dispone de 100 mL de una disolución de cloruro de calcio, CaCl_2 , cuya concentración es de $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Calcule la cantidad, en gramos, de Na_2SO_4 , que sería necesaria añadir para iniciar la precipitación del sulfato de calcio. Considere que el volumen de la disolución no varía. **(1 punto)**

Planteamiento del ejercicio

- a) Calcule la máxima cantidad de sulfato de calcio, en gramos, que podremos disolver completamente en 0,5 L de agua. **(1 punto)**

Equilibrio de solubilidad: $\text{CaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{ac}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{ac})$

Las concentraciones de Ca^{2+} y SO_4^{2-} son iguales, S. El balance de materia es:

	$\text{CaSO}_4(\text{s})$	\rightleftharpoons	$\text{Ca}^{2+}(\text{ac})$	+	$\text{SO}_4^{2-}(\text{ac})$
concentraciones equilibrio, $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$			S		S

El producto de solubilidad, K_{ps} : $K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = S^2$

Por tanto: $S = \sqrt{K_{ps}} = 3,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

0,5 puntos

Los moles de CaSO_4 que pueden disolverse son:

$$S(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) = \frac{n(\text{Ca}^{2+})}{V(\text{L})} = \frac{n(\text{CaSO}_4)}{V(\text{L})}; \Rightarrow n(\text{CaSO}_4) = S(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \cdot V(\text{L}) = 3,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,5 \text{ L} = 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol CaSO}_4$$

La masa de CaSO_4 que se puede disolver es, por tanto:

$$\text{MM}(\text{CaSO}_4) = 40,08 + 32,07 + 4 \cdot 16,00 = 136,15 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{CaSO}_4) = n(\text{CaSO}_4) \cdot \text{MM}(\text{CaSO}_4) = 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 136,15 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{0,2056 \text{ g CaSO}_4}$$

0,5 puntos

- b) Se dispone de 100 mL de una disolución de cloruro de calcio, CaCl_2 , cuya concentración es de $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Calcule la cantidad, en gramos, de Na_2SO_4 , que sería necesaria añadir para iniciar la precipitación del sulfato de calcio. Considere que el volumen de la disolución no varía. **(1 punto)**

El cloruro de calcio se disuelve completamente: $\text{CaCl}_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+}(\text{ac}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{ac})$

Por tanto, $[\text{Ca}^{2+}] = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Para que se inicie la precipitación de CaSO_4 , según la ecuación química: $\text{CaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{ac}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{ac})$, el producto iónico debe igualar la K_{ps} del CaSO_4 : $[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = K_{ps}(\text{CaSO}_4)$.

Despejamos la concentración de sulfato que, como máximo, ha de valer:

$$[\text{SO}_4^{2-}] = K_{ps}/[\text{Ca}^{2+}] = 9,1 \cdot 10^{-6}/1 \cdot 10^{-3} = 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

0,5 puntos

En cuanto la $[\text{SO}_4^{2-}]$ de la disolución ($V = 0,1 \text{ L}$), supere el valor de $9,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, precipitará el $\text{CaSO}_4(\text{s})$.

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})}{V(\text{L})} = 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}; \Rightarrow n(\text{SO}_4^{2-}) = [\text{SO}_4^{2-}] \cdot V(\text{L}) = 0,1 \text{ L} \cdot 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 9,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol SO}_4^{2-}$$

$$\text{MM}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 22,99 + 32,07 + 4 \cdot 16,00 = 142,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Como $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_4^{2-})$, la cantidad de sulfato de sodio, en gramos, será:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot \text{MM}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 9,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 142,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{0,129 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}$$

0,5 puntos

Considere los elementos azufre, calcio y cobalto.

- a) Escriba la configuración electrónica de los tres elementos en el estado fundamental. (0,6 puntos)
 b) Escriba dos combinaciones posibles de los cuatro números cuánticos para un electrón del nivel 3d del átomo de cobalto. (0,4 puntos)

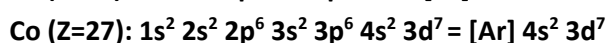
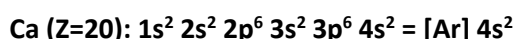
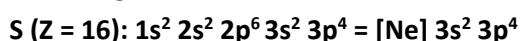
Conteste a **una** de las siguientes cuestiones:

- c1) Aplicando la regla del octeto, deduzca cuál es la fórmula empírica del compuesto formado por azufre y calcio. Razone qué tipo de enlace se establece en este compuesto. (1 punto)
 c2) A partir de las estructuras de Lewis, razone cuál será la geometría de las moléculas de diclorodifluorometano, CF_2Cl_2 , y tricloruro de arsénico, AsCl_3 . Discuta su polaridad. (1 punto)

Planteamiento del ejercicio

- a) Escriba la configuración electrónica de los tres elementos en el estado fundamental. (0,6 puntos)

Las configuraciones electrónicas, CE:



Cada CE: 0,2 puntos

- b) Escriba dos combinaciones posibles de los cuatro números cuánticos para un electrón del nivel 3d del átomo de cobalto. (0,4 puntos)

El electrón más externo del cobalto es un electrón 3d, por lo tanto, $n = 3$, $\ell = 2$, m_ℓ puede tener los valores $-2, -1, 0, +1$ y $+2$, y m_s puede tener los valores $+1/2$ y $-1/2$. Se pueden escribir hasta 10 combinaciones distintas.

Cada combinación: 0,2 puntos

- c1) Aplicando la regla del octeto, deduzca cuál es la fórmula empírica del compuesto formado por azufre y calcio. Razone qué tipo de enlace se establece en este compuesto. (1 punto)

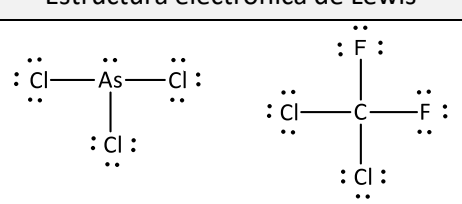
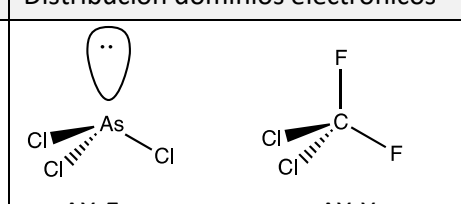
Fórmula empírica: El S completa su octeto aceptando dos e^- y transformándose en el anión S^{2-} , mientras que el Ca, un metal con una baja energía de ionización, adquiere una configuración electrónica de gas noble perdiendo dos e^- , dando lugar al catión Ca^{2+} . Por tanto, el compuesto que se forma es el **CaS**, sulfuro de calcio.

Fórmula: 0,5 puntos

Tipo de enlace: El Ca es un metal del grupo 2 que tiende a perder electrones para quedarse con nivel electrónico completo ($n = 3$). Forma el catión Ca^{2+} . El azufre es un no metal que tiende a ganar electrones para completar el nivel $n=2$. Forma el anión sulfuro, S^{2-} . Entre estos dos iones, con cargas opuestas, se establece una interacción eléctrica que se describe como un **enlace iónico**.

Enlace: 0,5 puntos

- c2) A partir de las estructuras de Lewis, razone cuál será la geometría de las moléculas de diclorodifluorometano, CF_2Cl_2 y tricloruro de arsénico, AsCl_3 . Discuta su polaridad. (1 punto)

Estructura electrónica de Lewis	Distribución dominios electrónicos	Geometría molecular
		<p>AsCl_3: pirámide de base triangular CF_2Cl_2: tetraedro distorsionado</p>

Geometría molecular: de acuerdo con la TRPECV, el carbono de la molécula **CF_2Cl_2** presenta cuatro dominios electrónicos que se distribuyen hacia los vértices de un tetraedro (AX_2Y_2). Los cuatro dominios son pares de electrones enlazantes que forman los enlaces C–F y C–Cl. Por lo tanto, la geometría es **tetraédrica**. Con más detalle, se trata de un **tetraedro distorsionado**, ya que los enlaces C–Cl son más largos que los enlaces C–F (diferente naturaleza del átomo terminal).

0,3 puntos

Por otro lado, en el **AsCl_3** , los cuatro pares de electrones del átomo de As central también están dirigidos hacia los vértices de un tetraedro, pero hay tres pares de enlace (tres enlaces As–Cl) y un par no enlazante (AX_3E). De este modo, la geometría molecular es de **pirámide de base triangular**.

0,3 puntos

Polaridad: la molécula de **AsCl_3** será **polar** porque no se cancelan los momentos dipolares asociados a los tres enlaces As–Cl. La molécula **CF_2Cl_2** , también es **polar**. Los momentos dipolares asociados al enlace C–F y C–Cl no son de la misma magnitud y, por tanto, la suma vectorial no se anula.

Cada molécula: 0,2 puntos

Ejercicio 5.**[2 puntos]**

Considere la reacción en fase gaseosa $2 \text{NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NOBr}(\text{g})$, que es de orden 2 respecto del NO y de orden 1 respecto del Br_2 .

a) Calcule la constante de velocidad, si la velocidad inicial es de $3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ cuando las concentraciones iniciales de reactivos son $[\text{NO}]_0 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ y $[\text{Br}_2]_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. **(0,5 puntos)**

b) Calcule las velocidades iniciales de desaparición de NO y de Br_2 , en las condiciones del apartado anterior. **(0,5 puntos)**
Conteste a una de las siguientes cuestiones:

c1) Nombre los siguientes compuestos e indique el grupo funcional presente en cada uno de ellos. **(1 punto)**

A: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_3$, **B:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$, **C:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOCH}_3$ y **D:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$.

c2) Se construye una pila electroquímica en la que se produce la reacción global siguiente:



Escriba las semirreacciones que tienen lugar en el ánodo y el cátodo y calcule la fuerza electromotriz de la pila en condiciones estándar. **(1 punto)**

Datos: potencial estándar de reducción, $E^\circ(\text{V})$: $\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}: -0,76$; $\text{Ag}^+|\text{Ag}: +0,80$.

Planteamiento del ejercicio

a) Calcule la constante de velocidad, si la velocidad inicial es de $3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ cuando las concentraciones iniciales de reactivos son $[\text{NO}]_0 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ y $[\text{Br}_2]_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. **(0,5 puntos)**

De acuerdo con la información suministrada en el enunciado, la ecuación de velocidad es: $v = k[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]$

De donde podemos despejar la constante de velocidad:

$$k = \frac{v}{[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]} = \frac{3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2(2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})} = (1/6) \cdot 10^2 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$k = 16,67 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$$

0,5 puntos

b) Calcule las velocidades iniciales de desaparición de NO y de Br_2 , en las condiciones del apartado anterior. **(0,5 puntos)**

$$v = -\frac{1}{2} \frac{d[\text{NO}]}{dt} = -\frac{d[\text{Br}_2]}{dt} = +\frac{1}{2} \frac{d[\text{NOBr}]}{dt}$$

La velocidad de desaparición de NO es: $-\frac{d[\text{NO}]}{dt} = 2v = 2 \cdot (3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}) = 6 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

La velocidad de desaparición de Br_2 es: $-\frac{d[\text{Br}_2]}{dt} = v = 3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

c1) Nombre los siguientes compuestos e indique el grupo funcional presente en cada uno de ellos. **(1 punto)**

A: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_3$, **B:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$, **C:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOCH}_3$ y **D:** $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$.

Compuesto	Nombre	Grupo funcional	
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_3$	A: butan-2-ol (2-butanol)	Alcohol	Cada compuesto bien nombrado: 0,125 puntos Cada grupo funcional: 0,125 puntos
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$	B: butanona	Cetona	
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOCH}_3$	C: butanoato de metilo	Éster	
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	D: ácido butanoico	Ácido carboxílico	

c2) Se construye una pila electroquímica en la que se produce la reacción global siguiente:



Escriba las semirreacciones que tienen lugar en el ánodo y el cátodo y calcule la fuerza electromotriz de la pila en condiciones estándar. **(1 punto)**

Semirreacción catódica: $2 \cdot [\text{Ag}^+(\text{ac}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})]$ $E_{red1}^\circ = +0,80 \text{ V}$

Semirreacción anódica: $1 \cdot [\text{Zn}^{2+}(\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})]$ $E_{red2}^\circ = -0,76 \text{ V}$

R. Global: $2 \text{Ag}^+(\text{ac}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Ag}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{ac})$ $E_{pila}^\circ = E_{red1}^\circ - E_{red2}^\circ = 0,80 - (-0,76) = +1,56 \text{ V}$

FEM: 0,5 puntos

En el cátodo se produce la semirreacción de reducción: $2 \text{Ag}^+(\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Ag}(\text{s})$

En el ánodo se produce la semirreacción de oxidación: $\text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{ac}) + 2 \text{e}^-$

Semirreacciones: 0,5 puntos