



Sèrie 1

L'alumnat ha de respondre 4 preguntes de les 7 proposades.

Cada pregunta (qüestió) consta de dos apartats (a i b) que valen sempre 1,25 punts.

Com a norma general, tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades. Si un càlcul necessita un resultat anterior, i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del valor numèric, i tenir en compte el procediment de resolució (sempre que els valors emprats i/o els resultats no siguin absurds).

Un error en la formulació penalitza 0,5 punts en aquell apartat, com s'explicita en la pauta. En cap cas un apartat pot tenir una puntuació "negativa".



Pregunta 1a

Reaccions de combustió

1. Reacció de combustió de la hidrazina



2. Reacció de combustió de la dimetilhidrazina



Càlcul de les entalpies estàndard de reacció

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = (\sum n_p \Delta H^\circ_{\text{f productes}}) - (\sum n_r \Delta H^\circ_{\text{f reactius}})$$

1. Entalpia estàndard de combustió de la hidrazina

$$(\sum n_p \Delta H^\circ_{\text{f productes}}) = [(1 \times \Delta H^\circ_{\text{f N}_2}) + (2 \times \Delta H^\circ_{\text{f H}_2\text{O}})]$$

$$(\sum n_r \Delta H^\circ_{\text{f reactius}}) = [(1 \times \Delta H^\circ_{\text{f N}_2\text{H}_4}) + (1 \times \Delta H^\circ_{\text{f O}_2})]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = [0 + 2 \times (-241,8 \text{ kJ mol}^{-1})] - [1 \times (50,6 \text{ kJ mol}^{-1}) + 0]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = -534,2 \text{ kJ mol}^{-1} \quad [0,30 \text{ p.}]$$

2. Entalpia estàndard de combustió de la dimetilhidrazina

$$(\sum n_p \Delta H^\circ_{\text{f productes}}) = [(1 \times \Delta H^\circ_{\text{f N}_2}) + (4 \times \Delta H^\circ_{\text{f H}_2\text{O}}) + (2 \times \Delta H^\circ_{\text{f CO}_2})]$$

$$(\sum n_r \Delta H^\circ_{\text{f reactius}}) = [(1 \times \Delta H^\circ_{\text{f N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2}) + (4 \times \Delta H^\circ_{\text{f O}_2})]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = [0 + 4 \times (-241,8 \text{ kJ mol}^{-1}) + 2 \times (-393,5 \text{ kJ mol}^{-1})] - [1 \times (42,0 \text{ kJ mol}^{-1}) + 4 \times 0]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = -1.796,2 \text{ kJ mol}^{-1} \quad [0,30 \text{ p.}]$$

Elecció d'un dels combustibles

Canvi $\Delta H^\circ_{\text{reacció}}$ de kJ mol^{-1} a kJ g^{-1} :

$$\text{Massa molar del N}_2\text{H}_4: 2 \times 14 + 4 \times 1 = 32 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{Massa molar del N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2: 2 \times 14 + 8 \times 1 + 2 \times 12 = 60 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{Hidrazina} \Rightarrow \Delta H^\circ_{\text{reacció}} = -534,2 \text{ kJ mol}^{-1} \times 1 \text{ mol N}_2\text{H}_4 / 32 \text{ g} = -16,7 \text{ kJ g}^{-1}$$

$$\text{Dimetilhidrazina} \Rightarrow \Delta H^\circ_{\text{reacció}} = -1.796,2 \text{ kJ mol}^{-1} \times 1 \text{ mol N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2 / 60 \text{ g} = -29,9 \text{ kJ g}^{-1}$$

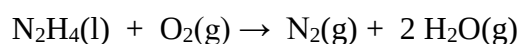
Justificació:

Com que la limitació és de pes, serà preferible utilitzar aquell combustible que generi més energia per unitat de massa. Es **recomana** utilitzar **dimetilhidrazina**, ja que **produeix més energia per unitat de massa** ($-29,9 \text{ kJ g}^{-1}$). [0,25 p.]

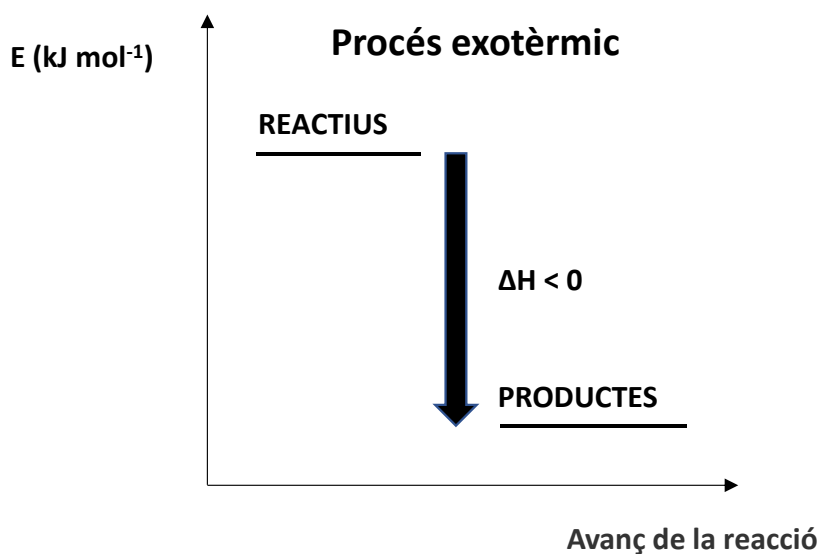


Pregunta 1b

Diagrama entàlpic del procés de combustió de la hidrazina



$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} < 0$$



[0,65 p.]

Pictogrames



Perillós per aspiració: aquest producte pot arribar a l'organisme per inhalació i causar efectes greus, aguts o crònics molt diversos en la salut. Es recomana evitar el contacte amb el cos humà.

[0,30 p.]



Irritació cutània: aquest producte, per contacte breu, perllongat o repetitiu amb la pell o les mucoses, pot provocar una reacció inflamatòria.

[0,30 p.]



Pregunta 2a

Formulació

Etanol: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Acetona o propanona: CH_3COCH_3

(-0,5 p. si no formulen bé qualsevol dels compostos.)

Identificació del pic base i el pic de l'ió molecular

Mostra I

Pic base: $m/z = 31$

Pic de l'ió molecular: $m/z = 46$

[0,25 p.]

Mostra II

Pic base: $m/z = 43$

Pic de l'ió molecular: $m/z = 58$

[0,25 p.]

Informació que donen els pics

- El *pic base* és el fragment més estable i s'hi assigna sempre una intensitat relativa del 100%, ja que és el més abundant en la mescla d'ions que es produeix.
- El *pic d'ió molecular* (o ió pare) apareix com el pic de massa més gran i correspon a la massa molar del compost. La molècula s'ha ionitzat, però no s'ha trencat.

[0,25 p.]

Identificació justificada dels espectres

Càlcul de la massa molar

- Massa molar del $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$: $6 \times 1 + 2 \times 12 + 1 \times 16 = 46 \text{ g mol}^{-1}$
- Massa molar del CH_3COCH_3 : $6 \times 1 + 3 \times 12 + 1 \times 16 = 58 \text{ g mol}^{-1}$

[0,10 p.]

Identificació i justificació

- La **mostra I** és l'**etanol**, perquè el pic del seu ió molecular coincideix amb la massa molar de l'etanol 46 g mol^{-1} .
- La **mostra II** és l'**acetona**, perquè el pic del seu ió molecular coincideix amb la massa molar de l'acetona o propanona 58 g mol^{-1} .

[0,40 p.]



Pregunta 2b

Càlcul de la longitud d'ona

$$\text{Nombre d'ona} = 1.700 \text{ cm}^{-1}$$

- El nombre d'ona és l'invers de la longitud d'ona:

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

[0,10 p.]

$$\lambda = \frac{1}{\bar{\nu}} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{1.700 \text{ cm}^{-1}} = 5,882 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$\lambda = 5,882 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

[0,35 p.]

Càlcul de la freqüència

$$\lambda = c / \nu$$

[0,10 p.]

- És necessari canviar les unitats de la longitud d'ona de cm a m:

$$5,882 \times 10^{-4} \text{ cm} = 5,882 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\nu = c / \lambda \Rightarrow \nu = 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} / 5,882 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\nu = 5,10 \times 10^{13} \text{ s}^{-1} \quad (\text{o } 5,10 \times 10^{13} \text{ Hz})$$

[0,30 p.]

Càlcul de l'energia

- L'equació de Planck relaciona l'energia de la radiació amb la freqüència:

$$E = h \nu$$

[0,10 p.]

$$E = h \nu \Rightarrow E = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s} \times 5,10 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$$

$$E = 3,38 \times 10^{-20} \text{ J}$$

[0,30 p.]



Pregunta 3a

Càlcul de la constant d'equilibri en concentracions (K_c)

	$\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$		
Mols inici	--	--	--
Mols equilibri	0,5	0,1	0,4

Càlcul de les concentracions en equilibri (en M) de cada compost ($V=1 \text{ L}$):

Concentració de Cl_2 en l'equilibri = $0,5 \text{ mol} / 1 \text{ L} = 0,5 \text{ M}$

Concentració SO_2 en l'equilibri = $0,1 \text{ mol} / 1 \text{ L} = 0,1 \text{ M}$

Concentració SO_2Cl_2 en l'equilibri = $0,4 \text{ mol} / 1 \text{ L} = 0,4 \text{ M}$

[0,15 p.]

Càlcul de la constant d'equilibri (K_c):

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2\text{Cl}_2]}{[\text{Cl}_2][\text{SO}_2]} = \frac{0,4 \text{ M}}{0,5 \text{ M} \cdot 0,1 \text{ M}} = 8,0$$

$$\Rightarrow K_c = 8,0$$

[0,25 p.]

- Es penalitzarà 0,1 p. si expressen la constant d'equilibri amb unitats.

Nova concentració en l'equilibri després d'afegir 0,3 mols de SO_2

	$\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$		
Mols inici	0,5	0,1+0,3	0,4
Mols equilibri	0,5-x	0,4-x	0,4+x
Concentracions equilibri	(0,5-x)/1	(0,4-x)/1	(0,4+x)/1

[0,15 p.]

Càlcul valor de x:

$$K_c = 8 = \frac{[\text{SO}_2\text{Cl}_2]}{[\text{Cl}_2][\text{SO}_2]} = \frac{(0,4+x)}{(0,5-x) \cdot (0,4-x)} = \frac{(0,4+x)}{0,2 - 0,9x + x^2}$$

[0,25 p.]

Reordenant termes s'obté una equació de segon grau:

$$(0,4+x) = 8(0,2 - 0,9x + x^2) \Rightarrow 8x^2 - 8,2x + 1,2 = 0$$

Resolent l'equació de segon grau s'obté $x_1 = 0,848$ i $x_2 = 0,177$.

El valor $x_1 = 0,848$ donaria concentracions negatives, només el valor 0,177 donarà resultats coherents. $\Rightarrow x = 0,177$

[0,20 p.]

Càlcul de la concentració (en M) en equilibri del clorur de sulfuril ($V=1,0 \text{ L}$):

$[\text{SO}_2\text{Cl}_2]$ l'equilibri = $(0,4 \text{ mol} + x) / 1 \text{ L} = (0,4 \text{ mol} + 0,177 \text{ mol}) / 1 \text{ L} = 0,577 \text{ M}$

$\Rightarrow$ La concentració de clorur de sulfuril en l'equilibri és 0,557 M.

[0,25 p.]



Pregunta 3b

Com afecta el rendiment de la reacció

- Un augment de temperatura

La reacció és exotèrmica ($\Delta H^0 < 0$). Això ens indica que la reacció desprèn calor en la reacció directa per formar els productes (cap a la dreta) i absorbeix calor en la reacció inversa per formar els reactius (cap a l'esquerra). Un augment de temperatura implica aportar calor al sistema i afavorir la reacció endotèrmica.

⇒ **Afavorim la reacció inversa** (cap a l'esquerra), formació de diòxid de sofre i clor gasós, i es produirà menys SO_2Cl_2 .

⇒ **Disminueix el rendiment de la reacció.**

[0,30 p.]

- Un augment del volum del recipient

En augmentar el volum del recipient, disminueix la pressió en el seu interior. La reacció es desplaçarà cap a on hi ha més mols de gasos (*coeficients estequiomètrics*) per tornar a una nova situació d'equilibri.

Mols de gasos reactius = $1 + 1 = 2$ i mols de gasos productes = 1.

⇒ La reacció es desplaçarà cap a l'esquerra i es produirà menys SO_2Cl_2 .

⇒ **Disminueix el rendiment de la reacció.**

[0,30 p.]

- Eliminació del catalitzador

Els catalitzadors modifiquen la velocitat de la reacció i no afecten l'equilibri químic.

⇒ **El rendiment de la reacció no quedarà afectat.**

[0,25 p.]

Com afecta el valor de la constant d'equilibri en concentracions (K_c) l'augment de temperatura i volum, i l'eliminació del catalitzador.

Per a una determinada reacció, la constant d'equilibri K_c **només depèn de la temperatura**, ni la variació de volum, ni la presència o no d'un catalitzador l'afectaran.

⇒ **La variació de volum i la presència o no d'un catalitzador no varien la K_c .**

En ser una **reacció exotèrmica** ($\Delta H^0 < 0$), l'augment de temperatura afavoreix la reacció cap a l'esquerra (reactius).

⇒ **La K_c disminueix.**

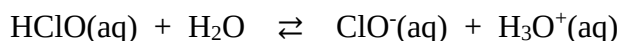
[0,40 p.]



Pregunta 4a

Constant d'acidesa de l'àcid hipoclorós (HClO)

L'àcid hipoclorós en solució aquosa es dissocia:



Càlcul de concentració d'ió d'hidroni (oxidani/oxoni)

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \quad \text{i} \quad \text{pH} = 4,02 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4,02} = 9,55 \cdot 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 9,55 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

[0,25 p.]

Concentracions de totes les espècies en l'equilibri

	HClO	ClO ⁻	H ₃ O ⁺
Concentració inicial	0,30	0	0
Canvis	- x	+ x	+ x
Concentració equilibri	0,30 - 9,55 · 10 ⁻⁵	9,55 · 10 ⁻⁵	9,55 · 10 ⁻⁵

$$\Rightarrow \text{Es pot fer la consideració següent: } 0,3 - 9,55 \cdot 10^{-5} \simeq 0,3$$

El valor de la constant d'acidesa per a l'àcid hipoclorós serà el següent:

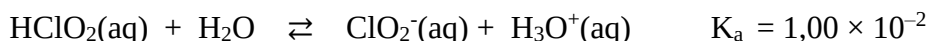
$$K_a = \frac{[\text{ClO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HClO}]} = \frac{(9,55 \cdot 10^{-5} \text{ M}) \cdot (9,55 \cdot 10^{-5} \text{ M})}{0,30 \text{ M}} = 3,04 \times 10^{-8}$$

$$\Rightarrow \text{L'àcid hipoclorós té una } K_a = 3,04 \cdot 10^{-8}.$$

[0,35 p.]

pH d'una solució 0,30 M de HClO₂

L'àcid clorós en solució aquosa es dissocia:



Concentracions de totes les espècies en l'equilibri:

	HClO ₂	ClO ₂ ⁻	H ₃ O ⁺
Concentració inicial	0,30	0	0
Canvis	- x	+ x	+ x
Concentració equilibri	0,30 - x	x	x

$$K_a = \frac{[\text{ClO}_2^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HClO}_2]} = \frac{(x)^2}{(0,3 - x)} = 1,00 \times 10^{-2} \quad (\text{equació 1}) \quad \text{[0,35 p.]}$$

$$\text{Resolent l'equació de segon grau, } x^2 + 1,00 \cdot 10^{-2} x - 3,00 \cdot 10^{-3} = 0 \Rightarrow x = 0,05 \text{ M}$$

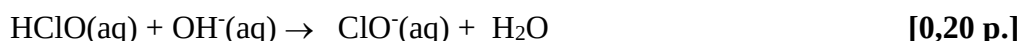
$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,05 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [0,05] = 1,30 \Rightarrow \text{pH} = 1,30$$

[0,30 p.]



Pregunta 4b

Reacció de valoració



Concentració de HClO en el desinfectant

A partir de la reacció igualada (estequiometria 1 a 1 perquè es tracta d'un àcid monopròtic) i sabent que:

$$[\text{NaOH}] = 0,05 \text{ M}; V_{\text{NaOH}} = 33,0 \text{ mL} = 0,033 \text{ L}$$

$$V_{\text{HClO}} = 40,0 \text{ mL} = 0,040 \text{ L}$$

es pot calcular $[\text{HClO}]$:

$$[\text{HClO}] \times 0,040 \text{ L} = (0,05 \text{ mol/L}) \times (0,033 \text{ L})$$

$$[\text{HClO}] = (0,05 \text{ mol/L}) \times (0,033 \text{ L}) / 0,040 \text{ L} = 0,041 \text{ M d'HClO}$$

$\Rightarrow$ La concentració de l'àcid hipoclorós és 0,041 M. [0,50 p.]

- És correcte si ho fan amb factors de conversió.
- És correcte si utilitzen la fórmula: $M_{\text{HClO}} \times V_{\text{HClO}} = M_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}}$ (vàlida quan l'estequiometria és 1 a 1).

$[\text{HClO}]$ és major o menor que la concentració habitual en els desinfectants?

És una concentració menor que l'habitual en els desinfectants emprats:

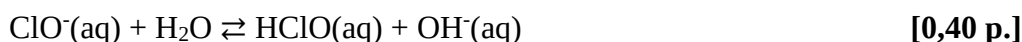
$\Rightarrow$ La concentració $[\text{HClO}] = 0,041 \text{ M} < 0,05 \text{ M}$ [0,15 p.]

Justificació del pH en el punt d'equivalència

En el punt d'equivalència s'ha afegit una quantitat de base (NaOH) suficient perquè tot l'àcid reaccioni, sense que sobri NaOH. En la solució hi ha: **ió hipoclorit** (ClO^-), **ió sodi** (Na^+) i **aigua**:

- Dels dos ions, només tindrà hidròlisi l'ió hipoclorit: ClO^- .
- El Na^+ no té hidròlisi, ja que és neutre i no pot formar una base forta (NaOH) en aigua.

El pH serà bàsic, ja que l'ió ClO^- és la base conjugada de l'àcid hipoclorós (àcid feble) i amb aigua genera ions OH^- (dona lloc a una hidròlisi bàsica):





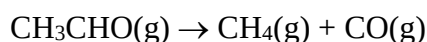
Problema 5a

Tipus de reacció

⇒ La reacció és **exotèrmica** perquè $\Delta H^{\circ}_{\text{reacció}} < 0$ i és desprèn calor.

[0,15 p.]

Càlcul de l'entalpia estàndard de formació de l'acetaldehid a 298 K



$$\Delta H^{\circ}_{\text{reacció}} = (\sum n_p \Delta H^{\circ}_{f, \text{productes}}) - (\sum n_r \Delta H^{\circ}_{f, \text{reactius}})$$

[0,10 p.]

$$(\sum n_p \Delta H^{\circ}_{f, \text{productes}}) = [(1 \times \Delta H^{\circ}_{f, \text{CH}_4}) + (1 \times \Delta H^{\circ}_{f, \text{CO}})]$$

$$(\sum n_r \Delta H^{\circ}_{f, \text{reactius}}) = (1 \times \Delta H^{\circ}_{f, \text{CH}_3\text{CHO}})$$

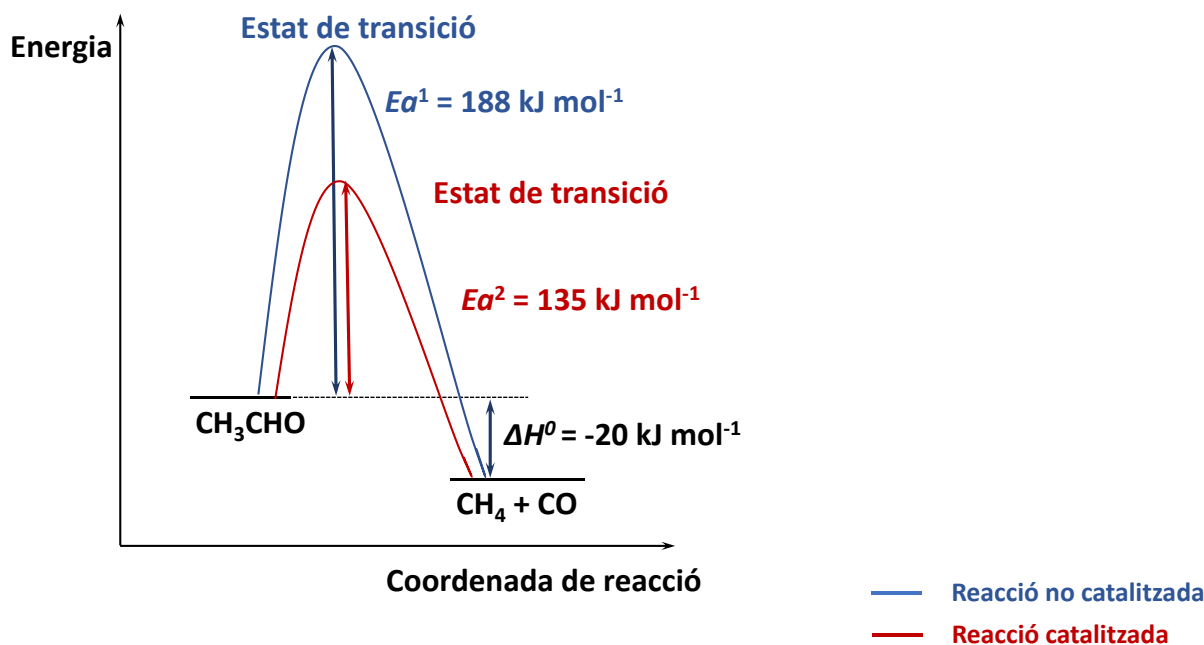
$$\Delta H^{\circ}_{\text{reacció}} = -20 \text{ kJ mol}^{-1} = [(-75 \text{ kJ mol}^{-1}) + (-111 \text{ kJ mol}^{-1})] - \Delta H^{\circ}_{f, \text{CH}_3\text{CHO}}$$

$$\Rightarrow \Delta H^{\circ}_{f, \text{CH}_3\text{CHO}} = -166 \text{ kJ mol}^{-1}$$

[0,25 p.]

Esquema energètic: energia en funció de la coordenada de reacció

[0,75 p.]



- Cada ítem compta 0,15 p. [ΔH° , energia d'activació de la reacció sense catalitzador (E_a^1), energia d'activació de la reacció catalitzada (E_a^2), estat de transició (complex activat) de la reacció sense catalitzador i estat de transició (complex activat) de la reacció catalitzada].



Problema 5b

Energies d'activació de la reacció de síntesi de l'acetaldehid del procés catalitzat i no catalitzat

La reacció inversa és el procés de transformació de productes en reactius. L'**energia d'activació** del **procés catalitzat i no catalitzat** és l'energia que és necessari subministrar als nous reactius ($\text{CH}_4 + \text{CO}$) per passar a producte (CH_3CHO). Per un procés exotèrmic ($\Delta H^\circ_{\text{reacció}} < 0$):

$$E_a (\text{reacció inversa}) = E_a (\text{directa}) + | \Delta H^\circ_{\text{reacció directa}} |$$

$$E_a^1 (\text{reacció no catalitzada}) = 188 \text{ kJ/mol} + 20 \text{ kJ/mol} = 208 \text{ kJ/mol}$$

$$\Rightarrow E_a^1 (\text{reacció no catalitzada}) = 208 \text{ kJ/mol} \quad [0,30 \text{ p.}]$$

$$E_a^2 (\text{reacció catalitzada}) = 135 \text{ kJ/mol} + 20 \text{ kJ/mol} = 155 \text{ kJ/mol}$$

$$\Rightarrow E_a^2 (\text{reacció catalitzada}) = 155 \text{ kJ/mol} \quad [0,30 \text{ p.}]$$

Què és un catalitzador?

Un **catalitzador** és una **substància** que **s'afegeix a la reacció (sense consumir-se)** i **modifica la cinètica de la reacció (velocitat)**, però **no altera la constant d'equilibri de la reacció**, ni les concentracions dels compostos (reactius i productes) en equilibri.

[0,25 p.]

Efecte del catalitzador en la velocitat de reacció

Segons el **model cinètic de l'estat de transició**, la **velocitat d'una reacció depèn de l'energia d'activació** o energia que han d'assolir les molècules de reactius per arribar a l'estat de transició o complex activat (espècie inestable per la seva elevada energia): **com més petita sigui l'energia d'activació més alta serà la velocitat**.

$\Rightarrow$ Un **catalitzador modifica el mecanisme de la reacció**, aconseguint que el nou mecanisme **disminueixi l'energia d'activació i augmenti la velocitat de reacció**.

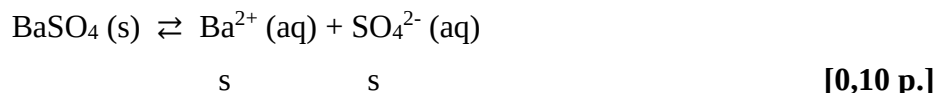
[0,40 p.]



Pregunta 6a

Càlcul de la solubilitat del sulfat de bari

A partir de l'equilibri de solubilitat del sulfat de bari:



$$K_{ps} (\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = 1,1 \times 10^{-10}$$

$$K_{ps} (\text{BaSO}_4) = [\text{s}] [\text{s}] = 1,1 \times 10^{-10} \quad [0,25 \text{ p.}]$$

$$s^2 = 1,1 \times 10^{-10} \Rightarrow s = 1,05 \times 10^{-5} \text{ M} \quad [0,20 \text{ p.}]$$

Càlcul de la quantitat d'ió bari en 200 mL d'una solució saturada

Aquest càlcul es pot resoldre per factors de conversió (a) o per factors successius (b).

(a) Per factors de conversió:

La solubilitat del BaSO_4 és d' $1,05 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$. Per tant, en 200 mL (0,20 L) de solució saturada hi ha:

$$\begin{aligned} 0,20 \text{ L solució saturada} & \frac{1,05 \times 10^{-5} \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ L}} \frac{1 \text{ mol Ba}^{2+}}{1 \text{ mol BaSO}_4} \frac{137,3 \text{ g}}{1 \text{ mol Ba}^{2+}} \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = \\ & = 0,288 \text{ mg Ba}^{2+} \end{aligned}$$

$\Rightarrow$ En 200 mL d'una solució saturada de BaSO_4 hi ha 0,288 mg d'ió bari.

[0,70 p.]

(b) Per factors successius:

En 200 mL (0,20 L) d'aigua només se solubilitzaran $2,1 \times 10^{-6}$ mols BaSO_4 . Per tant, només hi hauran dissolts $2,1 \times 10^{-6}$ mols $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$:

$$0,20 \text{ L solució saturada} \frac{1,05 \times 10^{-5} \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ L}} \frac{1 \text{ mol Ba}^{2+}}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 2,1 \times 10^{-6} \text{ mol Ba}^{2+}$$

[0,35 p.]

Si transformen mols d'ió bari en mg d'ió bari, s'obté:

$$2,1 \times 10^{-6} \text{ mol Ba}^{2+} \frac{137,3 \text{ g}}{1 \text{ mol Ba}^{2+}} \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 0,288 \text{ mg Ba}^{2+}$$

$\Rightarrow$ En 200 mL d'una solució saturada de BaSO_4 hi ha 0,288 mg d'ió bari.

[0,35 p.]



Problema 6b

Addició de sulfat de sodi

$$Q_s(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

Si $Q_s > K_{ps}$ es formarà precipitat i si $Q_s < K_{ps}$ no es formarà precipitat.

Si s'addiciona **sulfat de sodi** (Na_2SO_4), estem afegint l'ió comú (SO_4^{2-}), això farà que $Q_s > K_{ps}$.

Segons el principi de Le Châtelier, el sistema evolucionarà cap a l'esquerra **reduint la solubilitat de BaSO_4 i augmentant la quantitat de sòlid**. Per tant, **disminuirà la quantitat de Ba^{2+} en solució**.

⇒ **Seria beneficiós afegir sulfat de sodi per a les persones al·lèrgiques al Ba^{2+} perquè la concentració d'ió bari serà menor.** [0,50 p.]

Qui provoca més al·lèrgia: el sulfat de bari o el carbonat de bari?

Raonament 1. Càlcul de la solubilitat del carbonat de bari



$$K_{ps}(\text{BaCO}_3) = [\text{Ba}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 3,2 \times 10^{-9}$$

$$K_{ps}(\text{BaCO}_3) = [s][s] = 3,2 \times 10^{-9}$$

[0,25 p.]

$$s^2 = 3,2 \times 10^{-9} \Rightarrow s = 5,65 \times 10^{-5} \text{ M}$$

[0,20 p.]

⇒ La **concentració de l'ió Ba^{2+} en el carbonat de bari és $5,65 \times 10^{-5} \text{ M}$** .

La **concentració de l'ió Ba^{2+} en el sulfat de bari és $1,05 \times 10^{-5} \text{ M}$ i la concentració de l'ió Ba^{2+} en el carbonat de bari és $5,65 \times 10^{-5} \text{ M}$** .

⇒ **El carbonat de bari serà més soluble en aigua. Per tant, hi haurà més ions Ba^{2+} en solució i provocarà més al·lèrgia.** [0,20 p.]

Raonament 2. Relació K_{ps} i solubilitat

Les dues sals són del **tipus AB amb estequiometria 1:1** i, per tant, **la seva relació entre la K_{ps} i la solubilitat és la mateixa**.

Així, el carbonat de bari, que té major K_{ps} serà més soluble en aigua i provocarà més al·lèrgia:

⇒ $K_{ps} \uparrow \Rightarrow [\text{Ba}^{2+}] \uparrow$ **perquè són sals amb la mateixa estequiometria.**

⇒ **El carbonat de bari serà més soluble en aigua. Per tant, hi haurà més ions Ba^{2+} en solució i provocarà més al·lèrgia.** [0,75 p.]



Problema 7a

Reacció d'electrodeposició



Durada de l'electròlisi

Càlcul del volum per cobrir amb crom:

$$\text{Superfície} = 1.400 \text{ cm}^2$$

$$\text{Gruix} = 0,1 \text{ mm} = 0,01 \text{ cm}$$

$$V = s \times h = 1.400 \text{ cm}^2 \times 0,01 \text{ cm} = 14 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow V = 14 \text{ cm}^3 \quad [0,15 \text{ p.}]$$

Càlcul de la Q necessària:

$$14 \text{ cm}^3 \frac{7,1 \text{ g}}{\text{cm}^3} \frac{1 \text{ mol Cr}}{52,0 \text{ g}} \frac{3 \text{ mol e}^{-}}{1 \text{ mol Cr}} \frac{96500 \text{ C}}{1 \text{ mol e}^{-}} = 553390,38 \text{ C}$$

$$\Rightarrow Q = 553390,38 \text{ C} \quad [0,45 \text{ p.}]$$

Càlcul del temps:

$$I = 20,0 \text{ A}$$

$$Q = I \times t \Rightarrow t = \frac{Q}{I} = \frac{553390,38 \text{ C}}{20,0 \text{ A}} = 27669,52 \text{ s}$$

$$\Rightarrow t = 27669,52 \text{ s} (1 \text{ h} / 3600 \text{ s}) = 7,68 \text{ h} \quad [0,45 \text{ p.}]$$



Problema 7b

Justifiqueu quins metalls podrien utilitzar-se com a ànodes de sacrifici

Per protegir el ferro (Fe) caldria utilitzar **metalls que s'oxiden abans** que el **ferro**, és a dir, que **tinguin potencials estàndard de reducció menors** que el ferro.

⇒ El ferro té un potencial estàndard de reducció: $E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$

⇒ El ferro es podria protegir amb **zinc, alumini o magnesi** perquè **tenen E° menors**:

$$\Rightarrow E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V} < E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$$

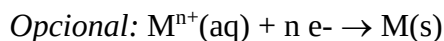
$$\Rightarrow E^{\circ}(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V} < E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$$

$$\Rightarrow E^{\circ}(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,37 \text{ V} < E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$$

[0,60 p.]

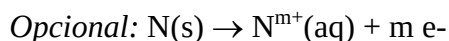
Definició d'oxidant i de reductor

Oxidant és una **espècie química que es redueix**, és a dir, que **capta electrons** d'una altra espècie que s'oxida.



[0,25 p.]

Reductor és una **espècie química que s'oxida**, és a dir, que **cedeix electrons** a una altra espècie que es redueix.



[0,25 p.]

Agents responsables de la corrosió dels metalls

Els principals agents causants de la corrosió són l'oxigen de l'aire i l'aigua.

[0,15 p.]