

**SÈRIE 2**

L'alumne ha de respondre 5 preguntes. Obligatòriament ha de respondre la 1, 2 i 3 i escull una entre la 4 i la 5 i escull una entre la 6 i la 7.

Com a norma general, tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades. Si una subpregunta 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 aquella subpregunta, com s'explicita en la pauta. En cap cas una subpregunta pot tenir una puntuació "negativa".

**Pregunta 1**

a) L'equilibri que té lloc és



Inicial            a

Equilibri        a - S                    S                    2S                    [0,1p]

$$K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$K_{ps} = (\text{S}) \cdot (2\text{S})^2 = 4\text{S}^3 \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$\text{S} = (K_{ps} / 4)^{1/3} = (1,2 \cdot 10^{-11} / 4)^{1/3} = 1,44 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad [0,3\text{p}]$$

Massa molecular de l'hidròxid de magnesi = 58,3

$$\text{S} = (1,44 \cdot 10^{-4} \text{ mol Mg(OH)}_2 / \text{L}) \times (58,3 \text{ g Mg(OH)}_2 / 1 \text{ mol Mg(OH)}_2) \times$$

$$\times (1000 \text{ mg Mg(OH)}_2 / 1 \text{ g Mg(OH)}_2)$$

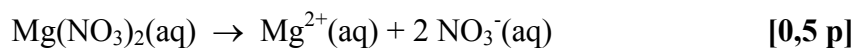
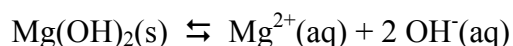
$$\text{solubilitat del Mg(OH)}_2 = 8,4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \quad [0,1 \text{ p}]$$

**Pregunta 1**

- b) Formulació:  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  [– 0,5 p si no formulen bé]  
 $\text{HCl}$  [– 0,5 p si no formulen bé]
- *No és obligatori que formulen els dos compostos, però si ho fan i alguna de les fórmules és incorrecte es penalitzarà.*

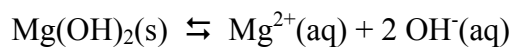
Si es dissol en una solució de nitrat de magnesi **disminuirà la solubilitat** per efecte de l'ió comú. L'ió  $\text{Mg}^{2+}$  que prové del  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  desplaça l'equilibri de solubilitat del  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  cap a l'esquerra, és a dir, cap a la formació de l'hidròxid de magnesi (sòlid).

(opcional)



Si es dissol en una solució de  $\text{HCl}$  **augmentarà la solubilitat degut a la reacció àcid-base** entre els ions  $\text{OH}^-$  que provenen del  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  i el ions  $\text{H}^+$  de l'àcid clorhídric ( $\text{HCl}$ ), per donar aigua.

(opcional)

**Pregunta 2**

- a) Per aconseguir un alt rendiment de la reacció, aquesta ha d'anar el màxim cap a la formació de productes ( $\text{SO}_3$ ). [0,3 p]  
 Això succeeix si la constant d'equilibri és alta. [0,4 p]  
 De la taula podem deduir que **a temperatures baixes (500 K) tenim un rendiment més alt.** [0,3 p]

**Pregunta 2**

- b) Per aconseguir un alt rendiment de la reacció, aquesta s'ha d'anar el màxim cap a la formació de productes ( $\text{SO}_3$ ). La pressió no modifica la constant d'equilibri, però pot desplaçar la reacció cap a productes o reactius. [0,2 p]

Aplicant el principi de Le Chatelier, si la pressió augmenta l'equilibri de la reacció es desplaça cap a on hi ha menys mols de gasos. [0,4 p]

En el reacció igualada, tenim 3 mols de gasos en reactius i 2 mols de gasos en productes. Per tant un **augment de pressió desplaçarà la reacció cap a la formació de productes i augmentarà el rendiment.** [0,4 p]

**Pregunta 3**

- a) L'expressió de la velocitat de la reacció amb la concentració dels reactius serà:

$$v = k [\text{H}_2\text{O}_2]^x$$

on  $x$  és l'ordre de reacció respecte el peròxid d'hidrogen. **[0,2 p]**

En les experiències 1 i 2, si comparem com augmenta la velocitat inicial en augmentar la concentració de peròxid tenim:

$$[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{exp2}} / [\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{exp1}} = 0,20 / 0,10 = 2 \Rightarrow v_{\text{exp2}} / v_{\text{exp1}} = 8,5 / 4,2 = 2,02$$

En les experiències 1 i 3, si comparem com augmenta la velocitat inicial en augmentar la concentració de peròxid tenim:

$$[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{exp3}} / [\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{exp1}} = 0,30 / 0,10 = 3 \Rightarrow v_{\text{exp3}} / v_{\text{exp1}} = 12,7 / 4,2 = 3,02$$

En les experiències 1 i 4, si comparem com augmenta la velocitat inicial en augmentar la concentració de peròxid tenim:

$$[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{exp4}} / [\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{exp1}} = 0,40 / 0,10 = 4 \Rightarrow v_{\text{exp4}} / v_{\text{exp1}} = 16,8 / 4,2 = 4,00$$

Observem que, en duplicar la concentració de peròxid d'hidrogen es duplica ( $2^1$ ) la velocitat, en triplicar-la es triplica ( $3^1$ ) la velocitat i en quadruplicar-la es quadruplica ( $4^1$ ) la velocitat.

Això ens indica **que l'ordre de reacció respecte el peròxid d'hidrogen és 1.**

**[0,5 p]**

- *Es considerarà correcte la justificació de l'ordre de la reacció respecte el peròxid d'hidrogen si l'alumne compara, només, dos experiments (l'1 i el 2, o l'1 i el 3, ...).*

Escrivim, ara, l'equació de velocitat de la reacció:  $v = k [\text{H}_2\text{O}_2]$

Aïllant la constant de velocitat:  $k = v / [\text{H}_2\text{O}_2]$

Agafant **qualsevol experiència**, per exemple la primera, tenim:

$$v = 4,2 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times (1 \text{ mol} / 10^6 \mu\text{mol}) = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$k = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} / 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$k = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1} \quad \text{[0,3 p]}$$

### Pregunta 3

- b) **L'ordre de reacció respecte al peròxid d'hidrogen és zero quan la concentració de peròxid d'hidrogen és alta**, ja que en el gràfic s'observa que quan la concentració de peròxid d'hidrogen és alta un augment de la concentració d'aquest reactiu no modifica la velocitat de la reacció (pendent zero en el gràfic). **[0,6 p]**

L'equació de velocitat de la reacció és:  $v = k [\text{H}_2\text{O}]^0$   
Es a dir:  $v = k$

**[0,2 p]**

Les unitats de la constant de velocitat seran les mateixes que les de la velocitat:  
 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  (ó  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ )

**[0,2 p]**

### Pregunta 4

- a) Tenim les següents configuracions electròniques:

Element X  $1s^2, 2s^2, 2p^2$       Nombre atòmic  $Z = 6$  (6 electrons i 6 protons)

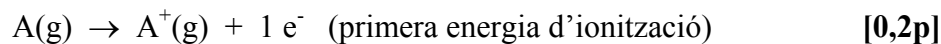
Element Y  $1s^2, 2s^2, 2p^4$       Nombre atòmic  $Z = 8$  (8 electrons i 8 protons)

L'àtom de l'element X té dos protons i dos electrons menys que l'àtom de l'element Y. **[0,2 p]**

El radi atòmic de l'element X és més gran que el de l'element Y, ja els dos tenen l'electró més extern en la capa 2, però en l'àtom X la força d'atracció entre protons i electrons és més petita en tenir dos protons i dos electrons menys (llei de Coulomb).

**Radi àtom de l'element X > Radi àtom de l'element Y** **[0,3 p]**

L'energia d'ionització és l'energia que cal subministrar a un element en estat gasós per arrencar un electró:



Costarà més arrencar un electró de l'orbital 2p en l'àtom Y que en l'àtom X, ja que en ser més petit el radi de l'àtom Y, l'electró més extern està més atret pel nucli (protons). L'energia d'ionització de l'element Y és més gran que la de l'element X.

**Energia ionització element Y > Energia d'ionització element X**

Element Y      energia d'ionització =  $1310 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
Element X      energia d'ionització =  $1090 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

**[0,3 p]**

**Pregunta 4**

- b) A partir de l'equació de Planck relacionarem l'energia de la radiació amb la freqüència ( $\nu$ ) o la longitud d'ona ( $\lambda$ ).

$$E = h \nu \quad \text{ó} \quad E = h c / \lambda \quad [0,2 \text{ p}]$$

Transformem l'energia d'ionització de kJ / mol a J / àtom:

$$1310 \text{ kJ / mol} \times (1000 \text{ J / 1 kJ}) \times (1 \text{ mol} / 6,02 \cdot 10^{23} \text{ àtoms}) = 2,176 \times 10^{-18} \text{ J / àtom} \quad [0,3 \text{ p}]$$

Calculem la freqüència i/o la longitud d'ona de la radiació:

(es suficient calcular una única magnitud)

$$\nu = E / h = 2,176 \cdot 10^{-18} / 6,63 \cdot 10^{-34} = 3,28 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \quad (\text{ó Hz})$$

$$\lambda = h c / E = 6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8 / 2,176 \cdot 10^{-18} = 9,14 \cdot 10^{-8} \text{ m} \quad [0,3 \text{ p}]$$

A partir de la figura, si comparem el valor trobat de freqüència o longitud d'ona arribem a la conclusió que **necessitem una radiació ultraviolada per ionitzar l'element amb energia d'ionització de 1310 kJmol<sup>-1</sup>**. [0,2 p]

**Pregunta 5**

- a) Procediment experimental:

En un calorímetre hi col·loquem un volum (o massa) conegut de solució de HCl 2,00 M i mesurem la temperatura inicial amb un termòmetre. En altra recipient tenim una solució de KOH 2,00 M a la mateixa temperatura. Mesurem un volum (o massa) conegut de solució de KOH 2,00 M i l'afegim al calorímetre; agitem la mescla, tapem el calorímetre i esperem un temps fins que la temperatura que ens marca el termòmetre deixi de pujar (s'estabilitzi). Mesurem aquesta temperatura final. [0,4 p]

Material:

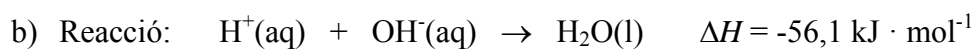
- Calorímetre: per exemple un vas de plàstic amb tapa i aïllat.
- Termòmetre
- Balança (si mesurem la massa de les solucions); pipeta o proveta (si mesurem el volum de les solucions)

[0,3 p]

Mesures experimentals que necessitem:

- Massa o volum de cada solució (HCl i NaOH)
- Temperatura inicial dels reactius
- Temperatura final una vegada ha acabat la reacció.

[0,3 p]

**Pregunta 5**

100 mL HCl = 0,100 L HCl

250 mL NaOH = 0,250 L KOH

Calculem els mols que tenim de cada reactiu:

$$\text{Mols de H}^+ = \text{Mols de HCl} = 0,100 \text{ L} \times 2,00 \text{ mol/L} = 0,200 \text{ mols} \quad [0,1 \text{ p}]$$

$$\text{Mols de OH}^- = \text{Mols de KOH} = 0,250 \text{ L} \times 2,00 \text{ mol/L} = 0,500 \text{ mols} \quad [0,1 \text{ p}]$$

Raonem quin reactiu és el limitant.

El reactiu limitant és el  $\text{H}^+$  (ó HCl), ja que l'estequiometria de la reacció és 1 a 1, i tenim menys mols de HCl que de NaOH.

[0,4 p]

Calculem la calor despesa:

$$0,200 \text{ mols de H}^+ \times (-56,1 \text{ kJ} / 1 \text{ mol H}^+) = -11,22 \text{ kJ}$$

(signe negatiu: desprèn calor)

$$\text{Calor despesa} = 11,22 \text{ kJ} \quad [0,4 \text{ p}]$$

**Pregunta 6**

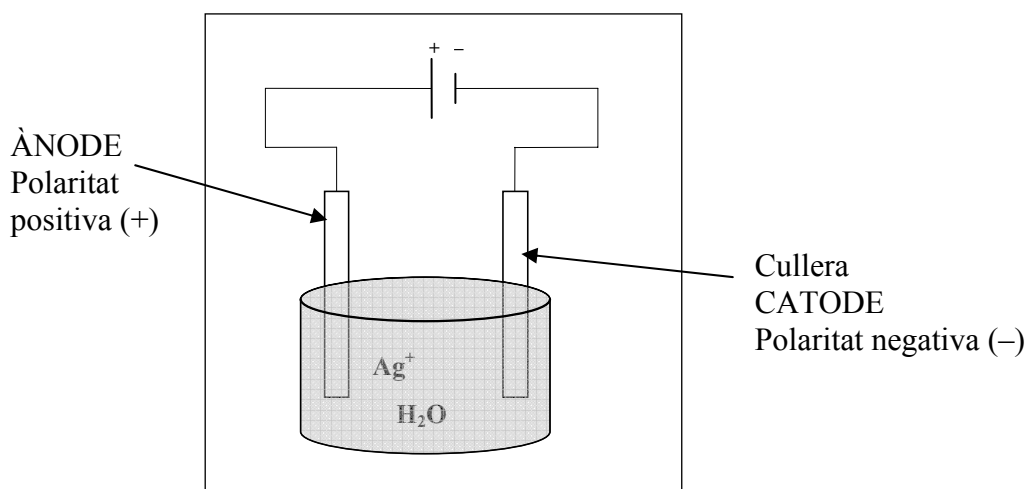
- a) La cullera ha d'actuar de càtode, ja que la reacció que volem que es produeixi és la reducció de l'ió  $\text{Ag}^+$ . [0,2 p]

Dibuix esquemàtic del procés d'electròlisi: [0,5 p]

Nom i polaritat dels elèctrodes: [0,2 p]

Reacció a l'elèctrode on hi ha la cullera:  $\text{Ag}^+ + 1 \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$  [0,1 p]

Dibuix esquemàtic:

**Pregunta 6**

- b) Volum del recobriment = superfície x gruix

$$\text{Volum del recobriment} = 20 \text{ cm}^2 \times (0,010 \text{ cm}) = 0,200 \text{ cm}^3 \text{ Ag} \quad [0,1\text{p}]$$

$$\text{Massa de plata} = 0,200 \text{ cm}^3 \times (10,5 \text{ g} / \text{cm}^3) = 2,100 \text{ g de plata que s'han de dipositar.}$$

[0,1 p]

**Procediment 1**

Tenint en compte que:  $1 \text{ A} = 1 \text{ C} / 1 \text{ s}$

$$2,1 \text{ g Ag} \times (1 \text{ mol Ag} / 107,87 \text{ g Ag}) \times (1 \text{ mol e}^- / 1 \text{ mol Ag}) \times (9,65 \cdot 10^4 \text{ C} / 1 \text{ mol e}^-) \times (1 \text{ s} / 0,020 \text{ C}) \times (1 \text{ h} / 3600 \text{ s}) = 26,1 \text{ h}$$

**Temps = 26,1 hores**

[0,8 p]

**Procediment 2**

$$\text{mols d'electrons} = 2,1 \text{ g Ag} \times (1 \text{ mol Ag} / 107,87 \text{ g Ag}) \times (1 \text{ mol e}^- / 1 \text{ mol Ag}) = 0,01947$$

[0,2 p]

$$\text{càrrega elèctrica} = 0,01947 \text{ mols d'e}^- \times (9,65 \cdot 10^4 \text{ C} / 1 \text{ mol e}^-) = 1878,65 \text{ C}$$

[0,2 p]

$$\text{temps} = 1878,65 \text{ C} \times (1 \text{ s} / 0,020 \text{ C}) = 93932,5 \text{ s}$$

[0,2 p]

$$\text{Ho passem a hores: } 93932,5 \text{ s} \times (1 \text{ h} / 3600 \text{ s}) = 26,1 \text{ h}$$

**Temps = 26,1 hores**

[0,2 p]

### Pregunta 7

- a) **Formulació: NaOH** [- 0,5 p si no formulen bé]

NaOH Massa molecular = 40,0 g / mol

Concentració inicial de NaOH =  $C_b$

$$C_b = [28,8 \text{ g NaOH} \times (1 \text{ mol NaOH} / 40,0 \text{ g NaOH})] / (10 \text{ L})$$

Concentració inicial de NaOH = 0,072 M [0,2 p]

Reacció amb aigua:  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

L'hidròxid de sodi és una base forta i, per tant, la seva reacció en aigua està totalment desplaçada cap a la dreta. La concentració d'ió hidròxid serà igual a la concentració inicial de NaOH.

$$[\text{OH}^-] = C_b = 0,072 \text{ M} \quad [0,3 \text{ p}]$$

### Procediment 1

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pOH} = -\log 0,072 \Rightarrow \text{pOH} = 1,14 \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} \Rightarrow \text{pH} = 14 - 1,14$$

$$\text{pH} = 12,86 \quad [0,3 \text{ p}]$$

### Procediment 2

$$[\text{H}^+] = K_w / [\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{H}^+] = 1,00 \cdot 10^{-14} / 0,072 \Rightarrow [\text{H}^+] = 1,39 \cdot 10^{-13} \text{ M} \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \Rightarrow \text{pH} = -\log 1,39 \cdot 10^{-13}$$

$$\text{pH} = 12,86 \quad [0,3 \text{ p}]$$



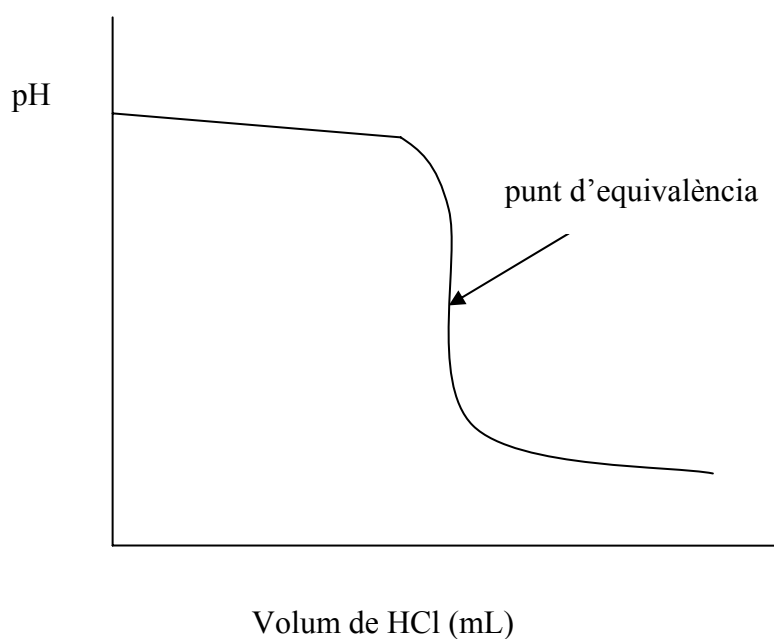
**Pregunta 7**

b) Reacció de valoració:  $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  [0,2 p]

ó també és correcte:  $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

Dibuix, aproximat, de la corba de valoració: [0,3 p]

Indicar el punt d'equivalència en el dibuix: [0,2 p]



**El pH en el punt d'equivalència, a 25 °C, serà 7,0 (solució neutra)** ja que en aquest punt els reactius han reaccionat totalment i els productes que es formen són aigua i clorur de sodi; aquest compost és una sal neutra ja que els seus ions no reaccionen amb aigua. [0,3 p]