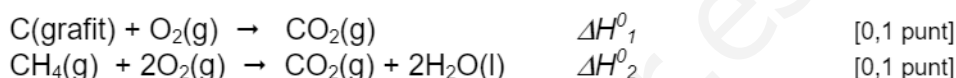


**SÈRIE 4**

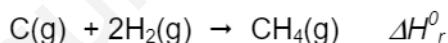
Com a norma general, tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades. Si un apartat necessita un resultat anterior i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del valor numèric, fixant-se en el procediment de resolució (sempre que, evidentment, els valors emprats i/o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

Exercici 11.1 Combustions del grafit i del metà:

$$\begin{array}{l} \Delta H^0_1 \text{ coincideix amb la calor de formació del } \text{CO}_2(\text{g}): \quad \Delta H^0_1 = -393,5 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}] \\ \Delta H^0_2 = 2(-285,8) + (-393,5) - 0 - (-78,4) = -886,7 \text{ kJ} \quad \Delta H^0_2 = -886,7 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}] \end{array}$$

$$\text{Pel grafit: } 10^3 \text{ kg CO}_2 \cdot \frac{10^3 \text{ g CO}_2}{1 \text{ kg CO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \cdot \frac{393,5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CO}_2} = 8943181,8 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

$$\text{Pel metà: } 10^3 \text{ kg CO}_2 \cdot \frac{10^3 \text{ g CO}_2}{1 \text{ kg CO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \cdot \frac{886,7 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CO}_2} = 20152272,7 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

1.2 Caràcter endotèrmic o exotèrmic de la reacció:

$$\begin{array}{l} \text{Sublimació del grafit:} \quad \text{C}(\text{grafit}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) \quad \Delta H^0_{\text{sub}} = 718,4 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}] \\ \text{Formació del metà:} \quad \text{C}(\text{grafit}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) \quad \Delta H^0_f = -78,4 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}] \end{array}$$

$$\Delta H^0_r = \Delta H^0_f - \Delta H^0_{\text{sub}} = -78,4 \text{ kJ} - 718,4 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

$$\Delta H^0_r = -796,8 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

Atès que  $\Delta H^0_r < 0$  la reacció és exotèrmica. [0,2 punt]

Exercici 22.1 Preparació de la solució diluïda:

Pipetejar 25,0 mL del sulfamat comercial (pipeta aforada o graduada de 25 mL) emprant una pera de goma o un altre estri per a l'aspiració. Si no es vol no contaminar la solució a pipetejar, es pot diposar una petita quantitat de la mateixa (uns 30 mL) en un vas de precipitats i, d'aquest, pipetejar els 25 mL de producte. Atès que el sulfamat deixa escapar uns vapors corrosius de HCl, el pipetejat de la solució cal fer-lo en la vitrina de gasos (o bé indicar que cal evitar el contacte del producte amb la pell i les mucoses).

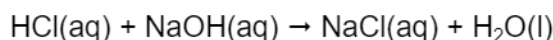
Disposar el volum pipetejat en un matràs aforat de 250 mL i addicionar aigua fins la marca de l'enràs. Tapar el matràs i agitar el contingut per tal d'homogeneïtzar la solució.

Etiquetar la solució o retolar el matràs.

Puntuació: - per obtenir la puntuació màxima, cal citar els 4 particulars subratllats:

[0,8 punt]

2.2 Càlcul de la molaritat i el pH de la solució diluïda de sulfamat:



$$17,5 \text{ mL sol. NaOH} \cdot \frac{1 \text{ L sol. NaOH}}{1000 \text{ mL sol. NaOH}} \cdot \frac{1,00 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L sol. NaOH}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaOH}} \cdot \frac{1}{0,025 \text{ L sol HCl}} = 0,70 \text{ M}$$

[0,3 punt]

Càlcul del pH de la solució diluïda:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 0,70 = 0,15$$

[0,3 punt]

Molaritat de la solució de sulfamat:

Atès que el factor de dilució aplicat és 10 (25 mL a 250 mL), la molaritat del sulfamat comercial serà 7,0 M.

[0,3 punt]

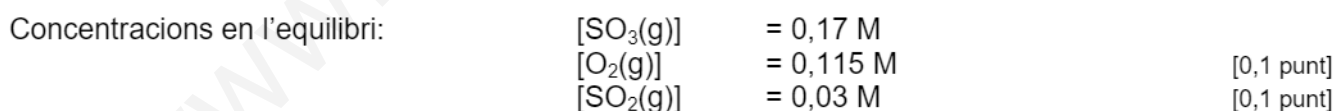
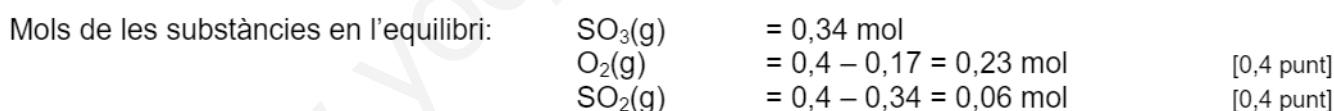
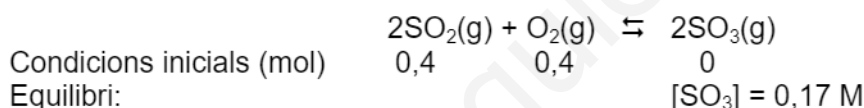
Percentatge en massa de HCl en el sulfamat comercial:

$$\frac{7,0 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L sol.}} \cdot \frac{36,5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} \cdot \frac{1 \text{ L sol.}}{1000 \text{ mL sol.}} \cdot \frac{1 \text{ mL sol.}}{1,12 \text{ g sol.}} \cdot 100 \text{ g sol.} = 22,8 \%$$

[0,3 punt]

### Exercici 3

3.1. Molaritat de les substàncies en l'equilibri i valor de  $K_c$



Càlcul de la constant d'equilibri:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{[0,17]^2}{[0,03]^2 \cdot [0,115]} = 279,2$$

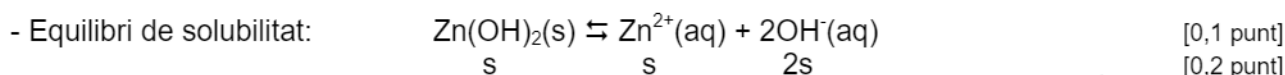
[expressió: 0,2 punt; resultat: 0,3 punt]

3.2. Efecte provocat per un augment de la temperatura a volum constant:

Atès que la reacció és exotèrmica, un augment de la temperatura farà que augmenti el grau de descomposició del triòxid de sofre (desplaçament de l'equilibri cap a l'esquerra).

En conseqüència, un augment de la temperatura portarà a que en el nou estat d'equilibri la concentració de SO<sub>3</sub> sigui menor que la de la situació d'equilibri inicial.

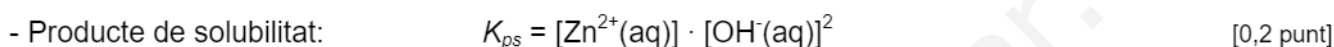
[0,5 punt]

**OPCIÓ A**Exercici 4A4.1 Constant producte de solubilitat:

Atès que el pH = 8,5, el pOH serà = 5,5. [0,2 punt]

D'aquesta manera, la [OH<sup>-</sup>] serà:  $10^{-\text{pOH}} = [\text{OH}^-] = 3,16 \cdot 10^{-6} \text{ M}$  [0,2 punt]

i  $[\text{Zn}^{2+}] = 1,58 \cdot 10^{-6} \text{ M}$  [0,2 punt]

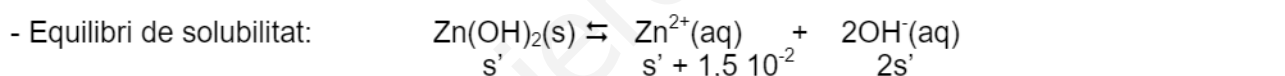


$$K_{ps} = 1,58 \cdot 10^{-6} \cdot (3,16 \cdot 10^{-6})^2 = 1,58 \cdot 10^{-17}$$
 [0,2 punt]

Massa de Zn(OH)<sub>2</sub> dissolt en 5 litres de solució saturada:

$$5 \text{ L só} \cdot \frac{1,58 \cdot 10^{-6} \text{ mol Zn(OH)}_2}{1 \text{ L só}} \cdot \frac{99,4 \text{ g Zn(OH)}_2}{1 \text{ mol Zn(OH)}_2} = 7,85 \cdot 10^{-4} \text{ g Zn(OH)}_2$$

[0,2 punt]

4.2 Solubilitat del Zn(OH)<sub>2</sub> en la solució de ZnCl<sub>2</sub>:

- Es pot acceptar la simplificació  $s' \ll 1,5 \cdot 10^{-2}$  (efecte ió comú).

$$K_{ps} = 1,58 \cdot 10^{-17} = 1,5 \cdot 10^{-2} (2s')^2$$
 [0,2 punt]

$$s' = 1,6 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$
 [0,1 punt]

Exercici 5A5.1 Efecte de la temperatura en la velocitat d'una reacció en fase gasosa

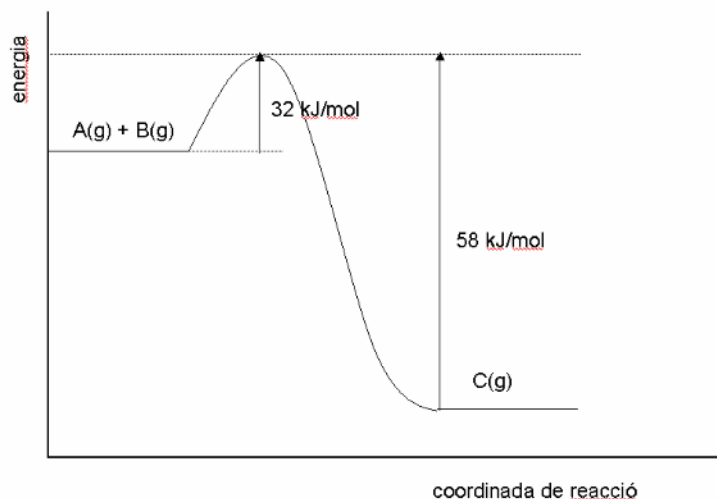
En augmentar la temperatura, augmenta l'energia cinètica de les molècules i, per aquesta raó, augmenta també la freqüència dels xocs i l'energia bescanviada quan tenen lloc els xocs. D'aquesta manera, en les reaccions en fase gasosa, en augmentar la temperatura augmenta també la velocitat de la reacció.

[0,6 punt]

5.2 Efecte de la reducció del volum en la velocitat d'una reacció irreversible en fase gasosa

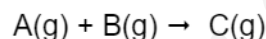
En reduir el volum on té lloc una reacció irreversible en fase gasosa, augmenta la velocitat de formació dels productes. Això és degut a que en disminuir el volum, augmenta la concentració dels reactius i, en conseqüència, la freqüència dels xocs entre les seves molècules.

[0,6 punt]

5.3 Caràcter exotèrmic o endotèrmic de la reacció:

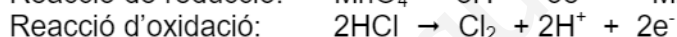
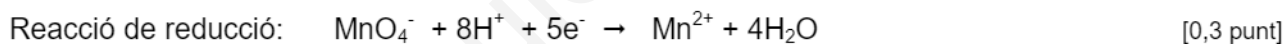
El diagrama energètic corresponent a les reaccions indicades en l'enunciat es pot representar (representació no escalada) de la següent manera:

Del diagrama adjunt es desprèn que la reacció:

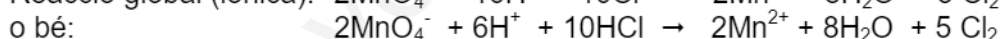


és una reacció exotèrmica.

[0,8 punt]

**OPCIÓ B**Exercici 4B4.1 Igualació de la reacció redox:

[0,3 punt]



[0,2 punt]

Es puntuarà amb 0,2 punt l'escriptura correcta de la reacció iònica global, sense necessitat que s'hagi escrit la reacció molecular.

4.2 Càlcul del volum de clor:

$$10 \text{ mL só. HCl} \cdot \frac{1,175 \text{ g só. HCl}}{1 \text{ mL só. HCl}} \cdot \frac{35,2 \text{ g HCl}}{100 \text{ g só. HCl}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5 \text{ g HCl}} \cdot \frac{5 \text{ mol Cl}_2}{16 \text{ mol HCl}} = 3,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol Cl}_2$$

[0,4 punt]

Si s'usa la raó estequiomètrica de la reacció iònica (5/10), aquest càlcul es puntuarà amb 0,1 punts

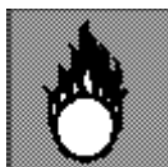
$$1 \text{ atm} \cdot V = 3,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}$$

[0,1 punt]

$$V = 0,85 \text{ L}$$

[0,1 punt]

4.3 Significat dels pictogrames i mesures de precaució:



Significat: Comburent, oxidant, afavoridor de les combustions  
Precaucions: Mantenir apartat de substàncies combustibles

[0,1+ 0,1 punt]



Significat: Substància nociva  
Precaucions: No tocar ni permetre el contacte amb els cos

[0,1+ 0,1 punt]

Xn



Significat: Substància ecotòxica o perillosa pel medi ambient  
Precaucions: Evitar vessaments al medi ambient.  
Gestionar els residus i les restes de manera idònia.

[0,1+ 0,1 punt]

Exercici 5B

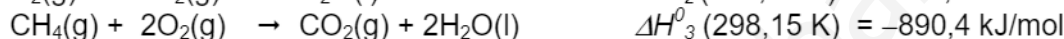
- 5.1 Resposta correcta: b  
5.2 Resposta correcta: a  
5.3 Resposta correcta: c  
5.4 Resposta correcta: c

**SÈRIE 3**

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

**Exercici 1**1.3 Càlcul de l'entalpia estàndard de formació del metà:

Reacció de formació del metà:  $C(\text{grafit}) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$   $\Delta H_f^0$  [0,3 punt]



$$\Delta H_f^0 = \Delta H_1^0 + 2\Delta H_2^0 - \Delta H_3^0 \quad [0,5 \text{ punt}]$$

$$\Delta H_f^0 = -393,5 \text{ kJ} + 2(-285,8) \text{ kJ} - (-890,4) \text{ kJ} = -74,7 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^0 = -74,7 \text{ kJ/mol} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

1.4 Caràcter espontani de la reacció de combustió del metà:

Criteri d'espontaneïtat:  $\Delta G < 0$  o el que és el mateix:  $\Delta H - T\Delta S < 0$  [0,2 punt]

$$\Delta G = -890,4 \text{ kJ} - 298,15 \text{ K} \Delta S \quad [0,2 \text{ punt}]$$

$$\Delta S = 2 \cdot 69,9 \text{ J K}^{-1} + 1 \cdot 213,7 \text{ J K}^{-1} - 2 \cdot 205,1 \text{ J K}^{-1} - 186,3 \text{ J K}^{-1}$$

$$= -243 \text{ J K}^{-1}$$

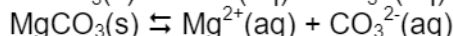
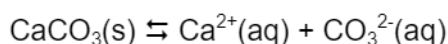
$$= -243 \cdot 10^{-3} \text{ kJ K}^{-1} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

$$\Delta G = -890,4 \text{ kJ} - 298,15 \text{ K} (-243 \cdot 10^{-3}) \text{ kJ K}^{-1}$$

$$\Delta G = -890,4 \text{ kJ} + 72,5 \text{ kJ}$$

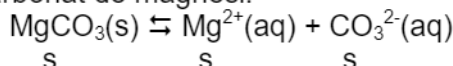
$$= -817,9 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

per la qual cosa es pot afirmar que la reacció és espontània. [0,2 punt]

**Exercici 2**2.1 Carbonat més soluble i càlcul de la seva solubilitat

Atès que ambdós carbonats són sals 1:1, el més soluble serà el que presenti un valor del  $K_{ps}$  més gran. En aquest cas, serà el  $MgCO_3$ . [0,2 punt]

Càlcul de la solubilitat del carbonat de magnesi:



[0,2 punt]

$$K_{ps} = 1,0 \cdot 10^{-5} = [Mg^{2+}(aq)]_{eq} \cdot [CO_3^{2-}(aq)]_{eq} = s^2$$

d'on  $s = 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ M}$  [0,2 punt]

$$\frac{3,16 \cdot 10^{-3} \text{ mol } MgCO_3}{1 \text{ L solució}} \cdot \frac{84,3 \text{ g } MgCO_3}{1 \text{ mol } MgCO_3} \cdot \frac{1000 \text{ mg } MgCO_3}{1 \text{ g } MgCO_3} = 266,4 \text{ mg } MgCO_3 / L \quad [0,2 \text{ punt}]$$

2.2 Predicció de formació de precipitat:

Existirà precipitació si  $Q_{ps} > K_{ps}$  on  $Q_{ps} = [Mg^{2+}(aq)] \cdot [CO_3^{2-}(aq)]$

$$[Mg^{2+}] = \frac{(0,100 L \cdot 0,012) \text{ mol}}{(0,100 + 0,050) L \text{ solució}} = 8,0 \cdot 10^{-3} M \quad [0,2 \text{ punt}]$$

$$[CO_3^{2-}] = \frac{(0,050 L \cdot 0,060) \text{ mol}}{(0,100 + 0,050) L \text{ solució}} = 2,0 \cdot 10^{-2} M \quad [0,2 \text{ punt}]$$

$$Q_{ps} = [Mg^{2+}(aq)] \cdot [CO_3^{2-}(aq)] = 8,0 \cdot 10^{-3} \cdot 2,0 \cdot 10^{-2} = 1,6 \cdot 10^{-4} > K_{ps}$$

Hi haurà formació de precipitat [0,2 punt]

2.3 Preparació de la solució diluïda:

Càlcul del volum de la solució concentrada:

$$100 \text{ mL só. dil.} \cdot \frac{0,012 \text{ mol } MgCl_2}{1000 \text{ mL só. dil.}} \cdot \frac{1000 \text{ mL só. conc.}}{0,120 \text{ mol } MgCl_2} = 10,0 \text{ mL só. conc. de } MgCl_2 \quad [0,2 \text{ punt}]$$

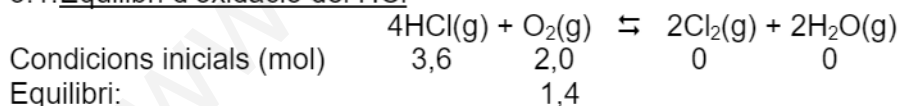
Pipetejar 10 mL de la solució 0,120 M (pipeta aforada o graduada de 10 mL) emprant una pera de goma o un altre estri per a l'aspiració. Per no contaminar la solució es pot disposar una petita quantitat de la solució concentrada (uns 15-20 mL) en un vas de precipitats i, d'aquest, pipetejar els 10 mL de producte. El producte sobrant es pot llençar per l'aigüera.

Disposar en volum pipetejat en un matràs aforat de 100 mL i addicionar aigua fins la marca de l'enràs. Tapar el matràs i agitar el contingut per tal d'homogeneïtzar la solució.

Etiquetar o retolar el matràs.

Aquest procediment de preparar solucions s'anomena "procediment per dilució".

Per obtenir la puntuació màxima esmentar els 4 particulars subratllats. [0,4 punt]

**Exercici 3**3.1. Equilibri d'oxidació del HCl

Mols d'oxigen que han reaccionat =  $2,0 - 1,4 = 0,6$  mol

En conseqüència, el nombre de mols dels gasos restants en l'equilibri serà:

$$\text{mols } Cl_2 = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ mol } Cl_2 \quad [0,2 \text{ punt}]$$

$$\text{mols } H_2O = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ mol } H_2O \quad [0,2 \text{ punt}]$$

$$\text{mols } HCl = 3,6 - (4 \cdot 0,6) = 1,2 \text{ mol } HCl \quad [0,2 \text{ punt}]$$

3.2. Càlcul de  $K_c$ 

$$K_c = \frac{[Cl_2]^2 \cdot [H_2O]^2}{[HCl]^4 \cdot [O_2]} = \frac{\left[\frac{1,2}{2}\right]^2 \cdot \left[\frac{1,2}{2}\right]^2}{\left[\frac{1,2}{2}\right]^4 \cdot \left[\frac{1,4}{2}\right]} = 1,43$$

[expressió: 0,2 punts; expressió ben substituïda: 0,2 punts, resultat final: 0,2 punts]

## 3.3. Càlcul de la pressió total:

Per calcular la pressió total del gasos en l'equilibri, cal calcular prèviament el nombre total de mols en l'equilibri:

$$n_{\text{TOTAL}} = 1,4 + 1,2 + 1,2 + 1,2 = 5,0 \text{ mol} \quad [0,3 \text{ punt}]$$

$$p_{\text{TOTAL}} \cdot V = n_{\text{TOTAL}} \cdot R \cdot T \quad [0,2 \text{ punt}]$$

de manera que la pressió total serà:  $p_{\text{TOTAL}} \cdot 2 = 5,0 \cdot 0,082 \cdot 423,15$

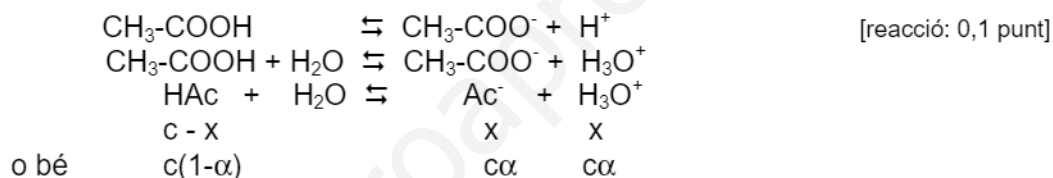
$$p_{\text{TOTAL}} = 86,75 \text{ atm} \quad [0,3 \text{ punt}]$$

## OPCIÓ A

Exercici 4A

## 4.1 Càlcul del pH del vinagre

Per calcular el pH, cal conèixer la  $[H^+]$ , la qual es podrà calcular a través de l'expressió de la constant d'acidesa:



$$K_a = \frac{[\text{Ac}^-][\text{H}^+]}{[\text{HAc}]} = \frac{x \cdot x}{c - x} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

[expressió: 0,2 punt]

Càlcul de c:

$$\frac{6,00 \text{ g àcid acètic}}{100 \text{ g vinagre}} \cdot \frac{1,05 \text{ g vinagre}}{1 \text{ mL vinagre}} \cdot \frac{1000 \text{ mL vinagre}}{1 \text{ L vinagre}} \cdot \frac{1 \text{ mol àcid acètic}}{60 \text{ g àcid acètic}} = 1,05 \text{ M}$$

[0,3 punt]

$$\text{d'on: } x^2 + 1,75 \cdot 10^{-5} x - 1,8375 \cdot 10^{-5} = 0$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0043 \text{ M}$$

[0,2 punt]

$$\text{i } \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,0043 = 2,37 \quad [\text{expressió } 0,1 \text{ punt: resultat } 0,1 \text{ punt}]$$

Es pot acceptar la simplificació  $c - x \approx c$  sempre que es raoni de manera correcta que, en les condicions del problema, es compleix que  $c \gg x$ .

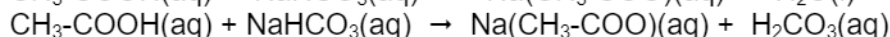
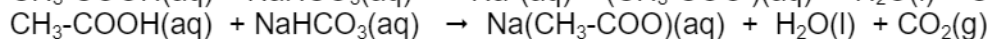
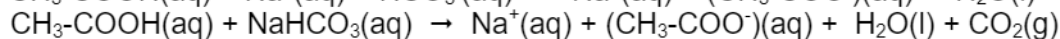
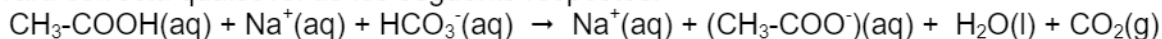
Si es fa el càlcul a partir de  $\alpha$ , l'equació de segon grau que s'obté és:

$$1,05 \alpha^2 + 1,75 \cdot 10^{-5} \alpha - 1,75 \cdot 10^{-5} = 0 \quad \text{i} \quad \alpha = 0,0041$$



4.2 Reacció de neutralització amb l'hidrogencarbonat:

Es considerarà correcta qualsevol de les següents respostes:



[0,5 punt]

Càlcul de la massa d'hidrogencarbonat de sodi:

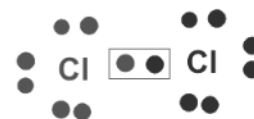
$$0,050 \text{ L vinagre} \cdot \frac{1,05 \text{ mol àcid acètic}}{1 \text{ L vinagre}} \cdot \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{1 \text{ mol àcid acètic}} \cdot \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = 4,41 \text{ g NaHCO}_3$$

[0,5 punt]

**Exercici 5A**5.1 Justificació de les molècules diatòmiques del clor

Opció 1- (justificació energètica o mecànic-quàntica): L'energia del sistema constituït per dos àtoms de Cl a distàncies pròximes a la d'enllaç presenta una energia menor (major estabilitat) que la corresponent a dos àtoms de Cl totalment separats.

Opció 2- (justificació segons els criteris i les estructures de Lewis): A la configuració electrònica del clor li falta un electró per assolir la del gas noble (situació estable). Per això, dos àtoms de clor es combinen entre ells, formant un enllaç covalent (compartició del parell d'electrons de l'enllaç) amb la qual cosa cada àtom s'envolta de vuit electrons.



[0,6 punt]

5.2 Comparació entre volum atòmic i volum iònic

El clor té 17 electrons i 17 protons, mentre que l'ió clorur, també amb 17 protons, acull 18 electrons. Resulta clar que els 18 electrons de l'ió clorur estaran menys atrets pel nucli que no pas els 17 electrons de l'àtom neutre i per aquesta raó l'ió tindrà un radi més gran.

[0,6 punt]

5.3 Comparació entre energies d'enllaç

El radi atòmic, i també covalent, del F (n=2) és més petit que no pas el del Cl (n=3). D'aquesta manera, la longitud de l'enllaç C-Cl serà més gran que no pas la de l'enllaç C-F.

[0,8 punt]

**OPCIÓ B****Exercici 4B**4.1 Electròlisi de l'aigua:

En l'elèctrode A, tal com es pot veure pel volum de gas alliberat, es forma  $H_2$  a través de la descàrrega dels  $H^+$ . Es tractarà, doncs, del càtode de la cel·la electrolítica.

[0,25 punt]

En l'elèctrode B, tal com es veu pel volum de gas alliberat, es forma  $O_2$  a través de la descomposició de l'aigua o bé a través de la descàrrega dels  $OH^-$  (principalment en medis bàsics). Es tractarà, doncs, de l'ànode de la cel·la electrolítica.

[0,25 punt]

Les reaccions que tenen lloc en cadascun d'aquests elèctrodes es poden escriure de la següent manera:

Reacció catòdica:  $2H_3O^+ + 2e^- \rightarrow H_2 + 2H_2O$  [reacció catòdica: 0,5 punt]

o bé:  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

o bé:  $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

Reacció anòdica:  $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$  [reacció anòdica: 0,5 punt]

o bé:  $2OH^- \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^-$

4.2 Càlcul de la càrrega elèctrica passada:

$$4 \text{ g } H_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} \cdot \frac{2 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } H_2} \cdot \frac{96485 \text{ C}}{1 \text{ mol } e^-} = 385940 \text{ C}$$

[0,5 punt]

**Exercici 5B**

5.1 Resposta correcta: a

5.2 Resposta correcta: b

5.3 Resposta correcta: d

5.4 Resposta correcta: b