



## Proves d'accés a la Universitat. Curs 2008-2009

### Química

#### Sèrie 4

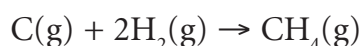
Contesteu les preguntes 1, 2, 3, i la 4 i la 5 d'UNA de les dues opcions (A o B). En cap cas no podeu fer un exercici de l'opció A i un altre de l'opció B.

1. El carbó és el combustible fòssil que, en el decurs de la seva combustió, allibera menys energia calorífica per mol de  $\text{CO}_2$  format. Per aquesta raó, es diu que el carbó és el combustible fòssil amb més capacitat d'agreujament de l'efecte d'hivernacle. Per contra, el metà, que és el component majoritari del gas natural, té una capacitat d'agreujament de l'efecte d'hivernacle molt inferior.

- 1.1. Escriviu les reaccions de combustió del C(grafit) i del metà gas i calculeu la calor a pressió constant que s'alliberarà en cada reacció quan s'hagi format una tona ( $10^3$  kg) de  $\text{CO}_2$ .

[1 punt]

- 1.2. Considerant que l'entalpia de sublimació del C(grafit) és  $718,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , raoneu el caràcter endotèrmic o exotèrmic de la reacció:



[1 punt]

DADES: Considereu que, en tots els casos, les reaccions es produeixen en les condicions estàndard a  $25^\circ\text{C}$ .

Temperatura = $25^\circ\text{C}$	$\text{CH}_4\text{(g)}$	$\text{CO}_2\text{(g)}$	$\text{H}_2\text{O(l)}$
$\Delta H_f^\circ / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-78,4	-393,5	-285,8

Masses atòmiques relatives: C = 12,0; O = 16,0.

2. El sulfumant que es ven al comerç és una solució concentrada d'àcid clorhídric.

2.1. Per tal de conèixer el contingut en àcid clorhídric d'un sulfumant, es prenen 25,0 mL d'aquest sulfumant i es dilueixen amb aigua fins a assolir un volum final de 250 mL. Expliqueu com prepararíeu aquesta solució diluïda de sulfumant al laboratori (indiqueu també les mesures de seguretat personal que adoptaríeu).

[0,8 punts]

2.2. Es valoren 25,0 mL de la solució diluïda de sulfumant amb una solució d'hidròxid de sodi 1 M, i es necessiten 17,5 mL per a arribar al punt d'equivalència.

a) Calculeu la molaritat i el pH de la solució diluïda de sulfumant.

b) Calculeu la molaritat i el percentatge en massa del HCl en el sulfumant comercial.

[1,2 punts]

DADES: Densitat del sulfumant comercial =  $1,12 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ .

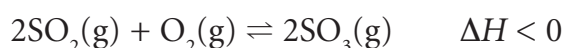
Masses atòmiques relatives: H = 1,0; Cl = 35,5.



**Xi**  
**irritant**

Quan es destapa un flascó de sulfumant, s'escapen vapors irritants i corrosius de clorur d'hidrogen. Per aquesta raó, les ampolles de sulfumant mostren el pictograma que es veu en la figura de dalt.

3. A temperatures prou elevades, el  $\text{SO}_2(\text{g})$  reacciona amb l'oxigen i s'estableix l'equilibri següent:



En un reactor de 2 L de capacitat es disposen 0,40 mol de  $\text{SO}_2(\text{g})$  i 0,40 mol de  $\text{O}_2(\text{g})$  i s'escalfa el conjunt fins a 1 000 K, per tal que els gasos reaccionin i es formi  $\text{SO}_3(\text{g})$ .

3.1. Sabent que, un cop el sistema ha assolit l'equilibri, la concentració de  $\text{SO}_3(\text{g})$  és 0,17 M, calculeu la molaritat de la resta de substàncies en l'equilibri i el valor de  $K_c$ .

[1,5 punts]

3.2. Un cop assolit l'equilibri indicat en l'apartat anterior, mantenint constant el volum del reactor, s'escalfa el sistema fins a 1 200 K i s'espera el temps suficient perquè aquest torni a assolir una nova situació d'equilibri. Raoneu, considerant el sentit del desplaçament de l'equilibri, si la concentració de  $\text{SO}_3(\text{g})$  en el nou estat d'equilibri serà més gran o més petita que 0,17 M.

[0,5 punts]

## Opció A

4. A 25 °C, es prepara una solució saturada d'hidròxid de zinc en aigua i el seu pH és 8,5.

4.1. Calculeu el valor de la constant producte de solubilitat,  $K_{ps}$ , de l'hidròxid de zinc a 25 °C i la massa d'hidròxid de zinc que hi ha dissolta en 5 L d'una solució saturada d'hidròxid de zinc en aigua.

[1,5 punts]

4.2. Calculeu la solubilitat de l'hidròxid de zinc en una solució de clorur de zinc  $1,5 \cdot 10^{-2}$  M.

[0,5 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; O = 16,0; Zn = 65,4.

5. La cinètica química és la part de la química que estudia la velocitat amb què es produeixen les reaccions.

5.1. Expliqueu la raó per la qual la velocitat d'una reacció en fase gasosa, duta a terme a volum constant, s'incrementa en augmentar la temperatura del sistema.

[0,6 punts]

5.2. Quan es redueix el volum del reactor on té lloc la reacció irreversible  $X(g) + Y(g) \rightarrow Z(g)$ , es comprova que augmenta la velocitat de formació de  $Z(g)$ . Expliqueu-ne la raó.

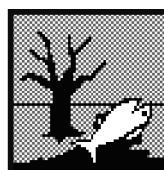
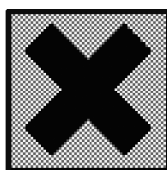
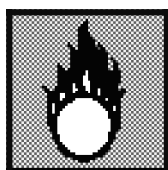
[0,6 punts]

5.3. La reacció  $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$  presenta una energia d'activació de 32 kJ/mol, mentre que la seva reacció inversa  $C(g) \rightarrow A(g) + B(g)$  té una energia d'activació de 58 kJ/mol. Raoneu si la reacció  $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$  serà exotèrmica o bé no ho serà.

[0,8 punts]

## Opció B

4. El clor és un gas de color groc verdós que s'utilitza en la potabilització de l'aigua per al consum humà i en la desinfecció de l'aigua de les piscines.
- 4.1. Al laboratori, es pot preparar clor gas fent reaccionar el permanganat de potassi sòlid amb àcid clorhídric concentrat. Considerant que en el decurs d'aquesta reacció redox es forma clor, clorur de manganès(II) i aigua, escribiu i ajusteu la reacció mitjançant el mètode de l'ió-electró.  
[0,8 punts]
- 4.2. Calculeu el volum de clor gas, a 20 °C i 1 atm de pressió, que es pot obtenir en fer reaccionar 10 mL de clorhídric concentrat del 35,2 % en massa i densitat  $1,175 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  amb un excés de permanganat de potassi.  
[0,6 punts]
- 4.3. En l'etiqueta del pot de vidre del permanganat de potassi apareixen els pictogrames següents:



Xn

Què signifiquen aquests pictogrames? Quines precaucions cal prendre per a manipular el permanganat de potassi?

[0,6 punts]

DADES:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Masses atòmiques relatives: H = 1,0; Cl = 35,5.

5. Qüestions d'elecció múltiple.

De les quatre qüestions següents, trieu l'ÚNICA resposta que considereu vàlida (no cal justificar-la).

Escriviu les respostes directament en el quadern. Indiqueu el número de la qüestió i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (*a*, *b*, *c* o *d*).

[0,5 punts per cada resposta correcta; -0,17 punts per cada resposta incorrecta. Per les qüestions no contestades no hi haurà cap descompte.]

- 5.1. Quan una substància pura en fase líquida es congela de manera espontània
- a*)  $\Delta G$  serà negativa però  $\Delta H$  i  $\Delta S$  seran positives.
  - b*)  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  i  $\Delta S$  seran negatives.
  - c*)  $\Delta G$  i  $\Delta H$  seran negatives però  $\Delta S$  serà positiva.
  - d*)  $\Delta G$  i  $\Delta S$  seran negatives però  $\Delta H$  serà positiva.
- 5.2. Al cim d'una muntanya, on la pressió atmosfèrica és inferior que a nivell del mar,
- a*) la temperatura d'ebullició de l'aigua serà més petita que a nivell del mar.
  - b*) la temperatura d'ebullició de l'aigua serà més gran que a nivell del mar.
  - c*) la temperatura d'ebullició de l'aigua dependrà de la temperatura ambient.
  - d*) la temperatura d'ebullició de l'aigua sempre serà igual a 100 °C.
- 5.3. En un procés termodinàmic,
- a*) el sistema augmenta la seva energia interna quan la calor cedida pel sistema és més gran que el treball que es fa sobre el sistema.
  - b*) la calor lliurada des del sistema cap a l'entorn es considera positiva.
  - c*) el sistema augmenta la seva energia interna si la calor absorbida pel sistema és més gran que el treball dut a terme per aquest.
  - d*) la variació d'entropia del sistema sempre és positiva.
- 5.4. Identifiqueu l'única resposta incorrecta de les afirmacions següents.
- En la pila electroquímica  $\text{Fe(s)} \mid \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \parallel \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Cu(s)}$
- a*) la FEM de la pila depèn de la temperatura.
  - b*) la FEM de la pila varia al llarg del temps de funcionament de la pila.
  - c*) la FEM de la pila és una constant termodinàmica.
  - d*) la FEM de la pila depèn de les concentracions de les espècies en dissolució.











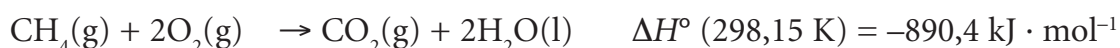
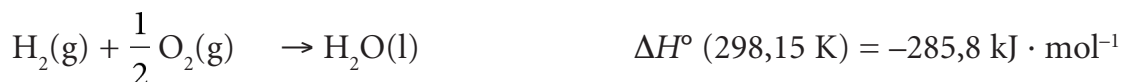
## Proves d'accés a la Universitat. Curs 2008-2009

### Química

#### Sèrie 3

Contesteu les preguntes 1, 2, 3, i la 4 i la 5 d'UNA de les dues opcions (A o B). En cap cas no podeu fer un exercici de l'opció A i un altre de l'opció B.

1. Les reaccions de combustió del carboni grafit, de l'hidrogen i del metà són:



- 1.1. Calculeu l'entalpia estàndard de formació del metà a 298,15 K.

[1 punt]

- 1.2. Raoneu si la reacció de combustió del metà serà espontània o no a 298,15 K.

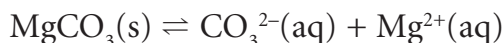
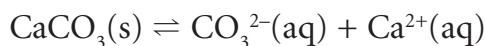
[1 punt]

DADES:

$T = 298,15 \text{ K}$	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
$S^\circ / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	186,3	205,1	213,7	69,9

2. El carbonat de calci i el carbonat de magnesi són dues sals molt poc solubles en aigua, amb unes constants producte de solubilitat,  $K_{ps}$ , a 25 °C, que són  $5,0 \cdot 10^{-9}$  i  $1,0 \cdot 10^{-5}$ , respectivament.

2.1. Considerant que els equilibris de solubilitat d'aquests carbonats són:



raoneu quin dels dos carbonats és més soluble en aigua i calculeu la solubilitat d'aquest carbonat a 25 °C. Expresseu el resultat en  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

[0,8 punts]

- 2.2. Si es mesclen 100 mL d'una solució de clorur de magnesi 0,012 M amb 50 mL d'una solució de carbonat de sodi 0,060 M, precipitarà carbonat de magnesi? Raoneu la resposta. Podeu considerar que els volums de les solucions són additius.

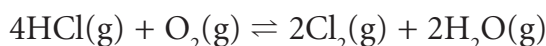
[0,6 punts]

- 2.3. Expliqueu com prepararíeu al laboratori els 100 mL de la solució de clorur de magnesi 0,012 M a partir d'una solució de clorur de magnesi 0,120 M. Quin material necessitaríeu?

[0,6 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: C = 12,0; O = 16,0; Mg = 24,3; Ca = 40,1.

3. A 423,15 K, l'oxidació del clorur d'hidrogen es produeix segons la reacció següent:



En un recipient de 2 L de capacitat, introduïm 3,6 mol de HCl i 2,0 mol de  $\text{O}_2$ . Sabent que el nombre de mols de  $\text{O}_2$  en l'equilibri és 1,4, calculeu:

- 3.1. El nombre de mols de la resta de gasos en l'equilibri.

[0,6 punts]

- 3.2. El valor de  $K_c$ .

[0,6 punts]

- 3.3. La pressió total a l'interior del recipient un cop assolit l'equilibri.

[0,8 punts]

DADES:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

## Opció A

4. Des d'un punt de vista químic, el vinagre de vi és una solució diluïda d'àcid acètic.
- 4.1. Un vinagre de 6° d'acidesa (6,00 g d'àcid acètic en 100 g de vinagre) té una densitat d'1,05 g · mL<sup>-1</sup>. Calculeu el pH que previsiblement tindrà aquest vinagre.

[1 punt]

- 4.2. L'hidrogencarbonat de sodi és un agent antiàcid.

a) Escriviu la reacció que es produeix entre l'hidrogencarbonat de sodi i l'àcid acètic.

b) Calculeu la massa d'hidrogencarbonat de sodi que reaccionarà de manera estequiomètrica amb 50 mL del vinagre de l'enunciat.

[1 punt]

DADES:  $K_a$  (àcid acètic, 25 °C) =  $1,75 \cdot 10^{-5}$ .

Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; Na = 23,0.

5. Pel que fa als halògens de la figura de la dreta:

5.1. En les condicions habituals de pressió i temperatura, el clor és un gas constituït per molècules diatòmiques. Argumenteu per què les molècules de clor són diatòmiques i no monoatòmiques.

[0,6 punts]

5.2. El volum atòmic del clor és molt més petit que no pas el volum de l'ió clorur. Expliqueu-ne la raó.

[0,6 punts]

5.3. Fa uns quants anys, els CFC (hidrocarburs fluorats i clorats) eren molt utilitzats com a agents refrigerants en neveres, aparells d'aire condicionat i com a gasos propel·lents en els aerosols. En aquests compostos, que són els responsables principals de la destrucció de la capa d'ozó, hi són presents els enllaços C–F i C–Cl. Argumenteu quin dels dos tindrà una longitud d'enllaç més gran.

[0,8 punts]

DADES: C ( $Z = 6$ ).

9	18,998
<b>F</b>	
fluor	
[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	
17	35,453
<b>Cl</b>	
clor	
[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>	

## Opció B

4. L'electròlisi de l'aigua mitjançant un corrent elèctric continu proporcionat per cèl·lules fotovoltaïques pot ser una via sostenible per a l'obtenció d'hidrogen, un combustible que, a diferència dels hidrocarburs d'origen fòssil, no produeix gasos d'efecte d'hivernacle.

4.1. Es duu a terme l'electròlisi d'aigua acidulada amb  $\text{H}_2\text{SO}_4$  fent servir un esquema experimental com el que es mostra en la figura de la dreta.

a) Observant la figura, raoneu quin gas s'allibera en l'elèctrode A i en l'elèctrode B i indiqueu quin nom reben aquests elèctrodes.

b) Escriviu les reaccions que tenen lloc en cadascun d'aquests elèctrodes.

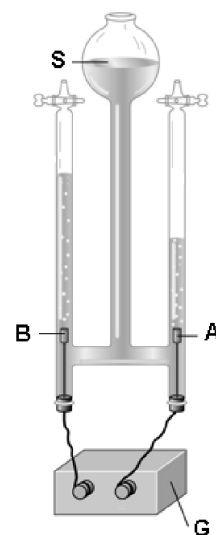
[1,5 punts]

- 4.2. En una cel·la electrolítica en què té lloc l'electròlisi de l'aigua, s'hi han alliberat, passat un cert temps, 4 g d'hidrogen gas. Calculeu la càrrega elèctrica que ha circulat per la cel·la durant aquest temps.

[0,5 punts]

DADES:  $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Massa atòmica relativa:  $\text{H} = 1,0$ .



G: generador de corrent continu.

A i B: elèctrodes de Pt.

S: solució aquosa de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

5. Qüestions d'elecció múltiple.

De les quatre qüestions següents, trieu l'ÚNICA resposta que considereu vàlida (no cal justificar-la).

Escriviu les respostes directament en el quadern. Indiqueu el número de la qüestió i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (*a*, *b*, *c* o *d*).

[0,5 punts per cada resposta correcta; -0,17 punts per cada resposta incorrecta. Per les qüestions no contestades no hi haurà cap descompte.]

- 5.1. Quan s'afegeix un catalitzador a una reacció en equilibri, sense modificar-ne el volum ni la temperatura,
- a*) l'equilibri no es modifica, atès que la constant d'equilibri no varia.
  - b*) l'equilibri es desplaça cap a la formació de productes, atès que es rebaixa l'energia d'activació de la reacció.
  - c*) l'equilibri es desplaça cap a la formació de productes, atès que es modifica el valor de  $\Delta G$ .
  - d*) l'equilibri no es modifica, perquè no canvien els valors de les constants de velocitat.
- 5.2. En un reactor en el qual és possible modificar-ne el volum es duu a terme la reacció irreversible següent:  $C(g) \rightarrow A(g) + B(g)$ . Indiqueu l'única afirmació **incorrecta** de les proposicions següents:
- a*) La velocitat de la reacció depèn de la concentració del gas C.
  - b*) La velocitat de la reacció depèn de la concentració dels gasos C, A i B.
  - c*) La velocitat de la reacció depèn de la temperatura del sistema.
  - d*) La velocitat de la reacció depèn del volum del reactor.
- 5.3. Construïm una pila disposant una làmina de zinc en una solució de  $Zn^{2+}$  1 M i una làmina de coure en una solució de  $Cu^{2+}$  1 M. Ambdues solucions es posen en contacte a través d'un pont salí, i els metalls es connecten mitjançant un conductor metàl·lic a les entrades d'un potenciòmetre. Sabent que  $E^\circ (Cu^{2+}|Cu) = 0,34$  V i  $E^\circ (Zn^{2+}|Zn) = -0,76$  V, es pot afirmar que
- a*) el  $Cu^{2+}$  passa a Cu i el  $Zn^{2+}$  passa a Zn, prenent electrons.
  - b*) la pila construïda no funciona, atès que la reacció global no és espontània.
  - c*) el  $Zn^{2+}$  passa a Zn i el Cu passa a  $Cu^{2+}$ .
  - d*) el  $Cu^{2+}$  passa a Cu i el Zn passa a  $Zn^{2+}$ .
- 5.4. La faialita és un mineral al qual s'assigna la fórmula química  $Fe_2SiO_4$ . Els estats d'oxidació del ferro i el silici en aquesta substància són, respectivament:
- a*) 3 i 2.
  - b*) 2 i 4.
  - c*) 6 i -4.
  - d*) 3 i 4.



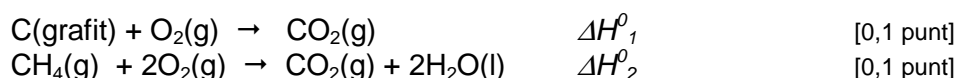






**SÈRIE 4**

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)

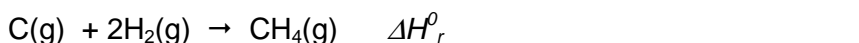
Exercici 11.1 Combustions del grafit i del metà:

$\Delta H_1^0$  coincideix amb la calor de formació del  $\text{CO}_2(\text{g})$ :  $\Delta H_1^0 = -393,5 \text{ kJ}$  [0,2 punt]

$\Delta H_2^0 = 2(-285,8) + (-393,5) - 0 - (-78,4) = -886,7 \text{ kJ}$   $\Delta H_2^0 = -886,7 \text{ kJ}$  [0,2 punt]

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

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

1.2 Caràcter endotèrmic o exotèrmic de la reacció:

Sublimació del grafit:  $\text{C}(\text{grafit}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) \quad \Delta H_{\text{sub}}^0 = 718,4 \text{ kJ}$  [0,2 punt]

Formació del metà:  $\text{C}(\text{grafit}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) \quad \Delta H_f^0 = -78,4 \text{ kJ}$  [0,2 punt]

$$\Delta H_r^0 = \Delta H_f^0 - \Delta H_{\text{sub}}^0 = -78,4 \text{ kJ} - 718,4 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

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

Atès que  $\Delta H_r^0 < 0$  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).

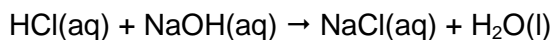
Disposar el volum pipetejat en un matràs aforat de 250 mL i addicionar aigua fins la marca de l'enràs. Tapar el matràs i agitar el contingut per tal d'homogeneïtzar la solució.

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:



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

[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:

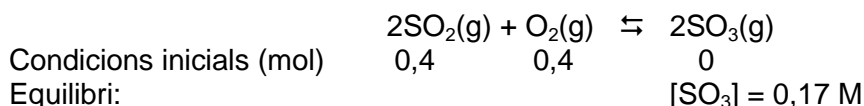
Atès que el factor de dilució aplicat és 10 (25 mL a 250 mL), la molaritat del sulfamat comercial serà 7,0 M.

[0,3 punt]

Percentatge en massa de HCl en el sulfamat comercial:

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

[0,3 punt]

Exercici 33.1. Molaritat de les substàncies en l'equilibri i valor de  $K_c$ 

Mols de les substàncies en l'equilibri:

$\text{SO}_3(\text{g})$	$= 0,34 \text{ mol}$	
$\text{O}_2(\text{g})$	$= 0,4 - 0,17 = 0,23 \text{ mol}$	[0,4 punt]
$\text{SO}_2(\text{g})$	$= 0,4 - 0,34 = 0,06 \text{ mol}$	[0,4 punt]

Concentracions en l'equilibri:

$[\text{SO}_3(\text{g})]$	$= 0,17 \text{ M}$	
$[\text{O}_2(\text{g})]$	$= 0,115 \text{ M}$	[0,1 punt]
$[\text{SO}_2(\text{g})]$	$= 0,03 \text{ M}$	[0,1 punt]

Càlcul de la constant d'equilibri:

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

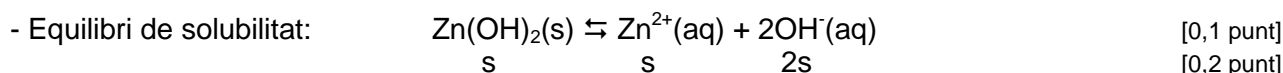
[expressió: 0,2 punt; resultat: 0,3 punt]

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  $\text{SO}_3$  sigui menor que la de la situació d'equilibri inicial.

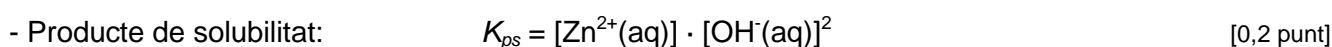
[0,5 punt]

**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]

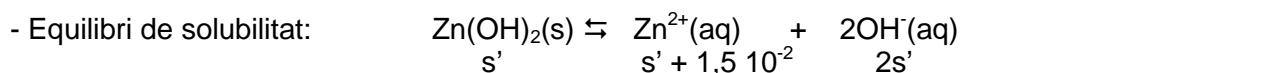


$$K_{ps} = 1,58 \cdot 10^{-6} \cdot (3,16 \cdot 10^{-6})^2 = 1,58 \cdot 10^{-17}$$
 [0,2 punt]

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

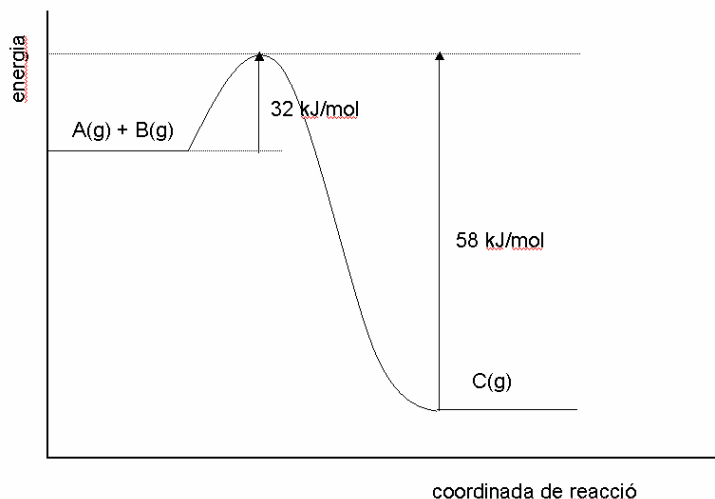
En augmentar la temperatura, augmenta l'energia cinètica de les molècules i, per aquesta raó, augmenta també la freqüència dels xocs i l'energia bescanviada quan tenen lloc els xocs. D'aquesta manera, en les reaccions en fase gasosa, en augmentar la temperatura augmenta també la velocitat de la reacció.

[0,6 punt]

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

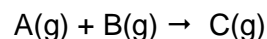
En reduir el volum on té lloc una reacció irreversible en fase gasosa, augmenta la velocitat de formació dels productes. Això és degut a que en disminuir el volum, augmenta la concentració dels reactius i, en conseqüència, la freqüència dels xocs entre les seves molècules.

[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:

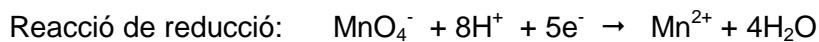
Del diagrama adjunt es desprèn que la reacció:



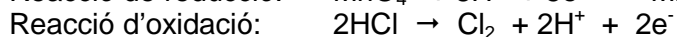
és una reacció exotèrmica.

[0,8 punt]

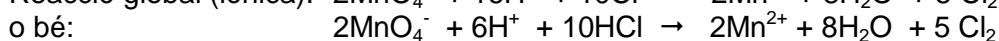
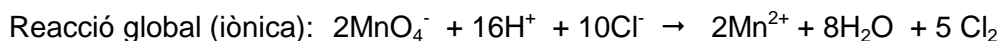
## OPCIÓ B

Exercici 4B4.1 Igualació de la reacció redox:

[0,3 punt]



[0,3 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

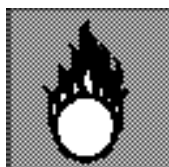
$$1 \text{ atm} \cdot V = 3,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}$$

[0,1 punt]

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

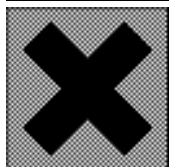
[0,1 punt]

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

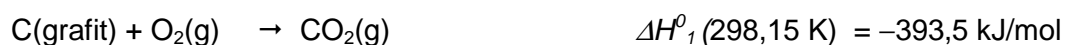
- 5.1 Resposta correcta: b
- 5.2 Resposta correcta: a
- 5.3 Resposta correcta: c
- 5.4 Resposta correcta: c

**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:  $\text{C}(\text{grafit}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g})$   $\Delta H_f^\circ$  [0,3 punt]



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

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

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

**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]

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

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

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

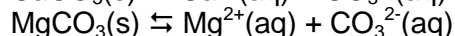
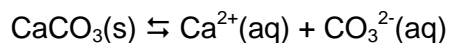
$$= -243 \cdot 10^{-3} \text{ kJ K}^{-1} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

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

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

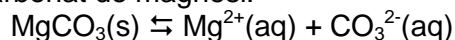
$$= -817,9 \text{ kJ} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

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  $\text{MgCO}_3$ . [0,2 punt]

Càlcul de la solubilitat del carbonat de magnesi:



s

s

s

[0,2 punt]

$$K_{ps} = 1,0 \cdot 10^{-5} = [\text{Mg}^{2+}(\text{aq})]_{\text{eq}} \cdot [\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})]_{\text{eq}} = s^2$$

d'on

$$s = 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

[0,2 punt]

$$\frac{3,16 \cdot 10^{-3} \text{ mol MgCO}_3}{1 \text{ L solució}} \cdot \frac{84,3 \text{ g MgCO}_3}{1 \text{ mol MgCO}_3} \cdot \frac{1000 \text{ mg MgCO}_3}{1 \text{ g MgCO}_3} = 266,4 \text{ mg MgCO}_3 / \text{L} \quad [0,2 \text{ punt}]$$

2.2 Predicció de formació de precipitat:

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

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

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

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

Hi haurà formació de precipitat [0,2 punt]

2.3 Preparació de la solució diluïda:

Càlcul del volum de la solució concentrada:

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

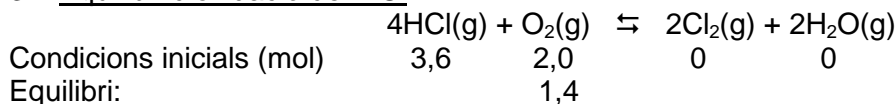
Pipetejar 10 mL de la solució 0,120 M (pipeta aforada o graduada de 10 mL) emprant una pera de goma o un altre estri per a l'aspiració. Per no contaminar la solució es pot disposar una petita quantitat de la solució concentrada (uns 15-20 mL) en un vas de precipitats i, d'aquest, pipetejar els 10 mL 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 =  $2,0 - 1,4 = 0,6 \text{ mol}$

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:

$$p_{\text{TOTAL}} \cdot 2 = 5,0 \cdot 0,082 \cdot 423,15$$

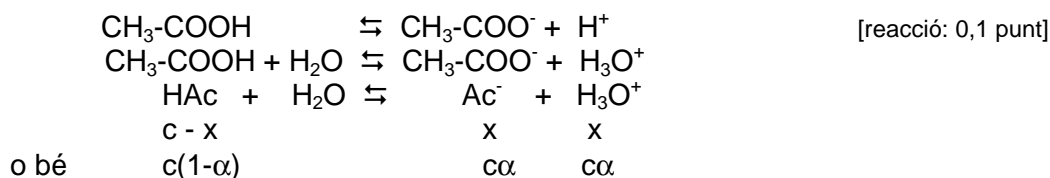
$$p_{\text{TOTAL}} = 86,75 \text{ atm} \quad [0,3 \text{ punt}]$$

## 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]

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]

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

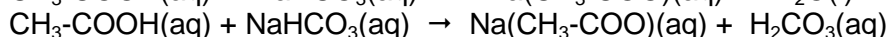
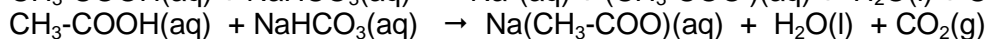
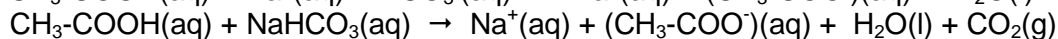
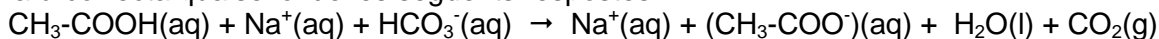
Si es fa el càlcul a partir de  $\alpha$ , l'equació de segon grau que s'obté és:

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



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:

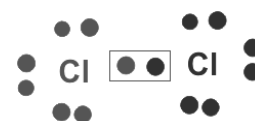
$$0,050 \text{ L vinagre} \cdot \frac{1,05 \text{ mol àcid acètic}}{1 \text{ L vinagre}} \cdot \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{1 \text{ mol àcid acètic}} \cdot \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = 4,41 \text{ g NaHCO}_3$$

[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:**

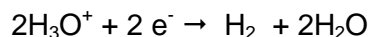
En l'elèctrode A, tal com es pot veure pel volum de gas alliberat, es forma  $H_2$  a través de la descàrrega dels  $H^+$ . Es tractarà, doncs, del càtode de la cel·la electrolítica.

[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.

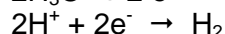
[0,25 punt]

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

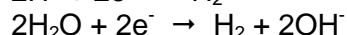
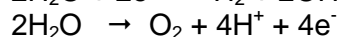
Reacció catòdica:

[reacció catòdica: 0,5 punt]

o bé:

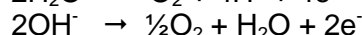


o bé:

Reacció anòdica:

[reacció anòdica: 0,5 punt]

o bé:

**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