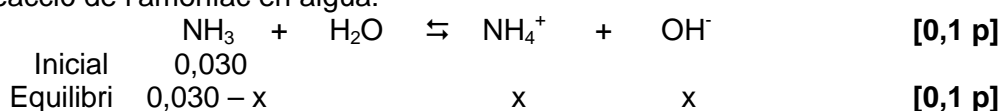


SÈRIE 1

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). Un error en la formulació penalitza 0,5 punts en aquell apartat.

Pregunta 1

a) Reacció de l'amoniac en aigua:



$$K_b = [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-] / \text{NH}_3 \quad [0,1 \text{ p}]$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = [(x) \cdot (x)] / (0,030 - x) \quad (\text{equació 1})$$

$$\text{Suposant que } 0,030 - x \approx 0,030 \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = [(x) \cdot (x)] / (0,030) = x^2 / 0,030$$

$$x = (1,8 \cdot 10^{-5} \times 0,030)^{1/2} = 7,35 \cdot 10^{-4}$$
$$[\text{OH}^-] = 7,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad [0,3 \text{ p}]$$

Reacció de l'autoionització de l'aigua: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ K_w

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \cdot 10^{-14} / 7,35 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,36 \cdot 10^{-11} \text{ mols} \cdot \text{L}^{-1} \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1,36 \cdot 10^{-11})$$

$$\text{pH} = 10,9 \quad [0,2 \text{ p}]$$

- Si l'equació 1 es resol sense cap aproximació s'arriba a una equació de segon grau. La solució és: $x = [\text{OH}^-] = 7,26 \cdot 10^{-4} \text{ mols} \cdot \text{L}^{-1}$
 $\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,38 \cdot 10^{-11} \text{ mols} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 10,9$
- El procediment és correcte si després de calcular la concentració d'ions hidròxid, calculen el pOH: $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 3,1$, i seguidament calculen el pH: $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 10,9$

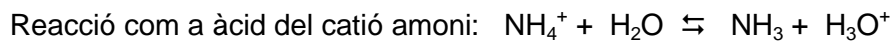
b) Una solució aquosa de clorur d'amoni serà àcida

[0,2 p]

- Si responen que la solució és àcida, sense cap raonament o amb un raonament totalment absurd: [0 p]

Raonament 1:

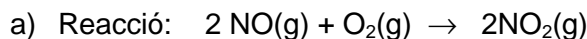
quan el clorur d'amoni es dissocia dona un **catió (amoni, NH_4^+) que actua d'àcid en aigua (donant ions hidroni)** i un anió (clorur, Cl^-) que no actua ni d'àcid ni de base en aigua. [0,8 p]



Raonament 2:

El clorur d'amoni és una sal que prové d'una base feble (amoníac, NH_3) i un àcid fort (àcid clorhídric, HCl). Aquestes sals donen un pH àcid.

[0,8 p]

Pregunta 2**La reacció espontània si $\Delta G^\circ < 0$ [0,2 p]**

- Calculem l'entropia de la reacció a partir de les entropies absolutes, a 298 K:

$$\Delta S^\circ = \sum n_p S^\circ(\text{productes}) - \sum n_r S^\circ(\text{reactius})$$

$$\Delta S^\circ = [2 \cdot S^\circ(\text{NO}_2)] - [2 \cdot S^\circ(\text{NO}) + 1 \cdot S^\circ(\text{O}_2)] \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$\Delta S^\circ = (2 \times 240,1) - (2 \times 210,8 + 1 \times 205,1)$$

$$\Delta S^\circ = -146,5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad [0,1 \text{ p}]$$

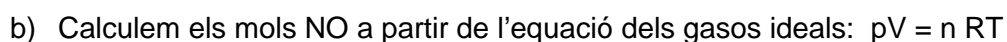
- Unifiquem les unitats: J o kJ:

$$\Delta S^\circ = -146,5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} = -146,5 \cdot 10^{-3} \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \quad [0,1 \text{ p}]$$

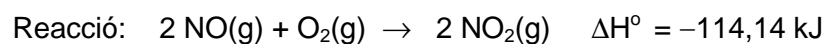
- Calculem ΔG° a 298 K: $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$ [0,2 p]

$$\Delta G^\circ = (-114,14) - [298 \times (-146,5 \cdot 10^{-3})]$$

$$\Delta G^\circ = -70,5 \text{ kJ} \quad (\text{ó } -70500 \text{ J}) \quad [0,2 \text{ p}]$$



$$n = (p \cdot V) / (R \cdot T); \quad n = (1 \cdot 5) / (0,082 \cdot 298); \quad n = 0,205 \text{ mols NO} \quad [0,3 \text{ p}]$$



$$\text{Calor a pressió constant} = q_p = \Delta H^\circ \quad [0,3 \text{ p}]$$

$$\text{Calor: } 0,205 \text{ mol NO} \times (-114,14 \text{ kJ} / 2 \text{ mol NO}) = -11,7 \text{ kJ}$$

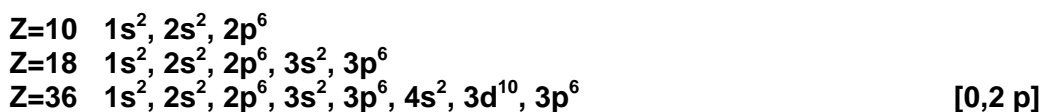
$$\text{Calor despresa: } 11,7 \text{ kJ} \quad (\text{ó } -11,7 \text{ kJ}) \quad [0,4 \text{ p}]$$

Pregunta 3

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



Els elements situats als pics de la figura tenen la següent configuració electrònica:

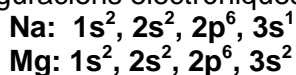


Observem que totes les configuracions acaben amb un **orbital p ple**, és a dir 6 electrons (grup dels gasos nobles).

El fet de tenir el darrer orbital complet d'electrons fa que **costi molt arrencar-ne un i**, per tant, aquests elements tenen valors de la primera energia d'ionització molt alta, comparada amb els altres elements de la taula periòdica. [0,4 p]

- b) **La primera energia d'ionització del magnesi és més alta que la del sodi**, com s'observa a la figura, per tant, cal donar més energia al magnesi que al sodi per arrencar un electró. [0,1 p]

Si fem les configuracions electròniques dels dos elements:



Observem que els dos elements tenen l'electró més extern (electró a arrencar) en l'orbital 3s. [0,2 p]

Raonament 1

En ser el radi atòmic del magnesi més petit que el del sodi (els dos tenen els electrons més externs en la capa 3, però el magnesi té un protó i un electró més, el que fa disminuir el radi), costarà més arrencar un electró de l'orbital 3s en el magnesi que no en el sodi. [0,7 p]

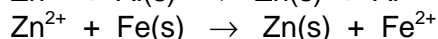
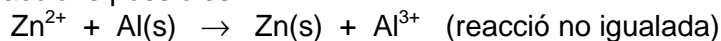
Raonament 2

El magnesi té l'orbital 3s ple (complet amb els 2 electrons), mentre que el sodi no el té complet. Això farà que **costi més arrencar l'electró al magnesi que al sodi ja que el magnesi té una configuració electrònica més estable.** [0,7 p]

Pregunta 4

- a) Per obtenir Zn sòlid cal fer reaccionar la solució de Zn^{2+} amb Fe o Al sòlids.

Reaccions possibles:



[0,2 p]

Cal saber el signe de E° .

Si $E^\circ > 0 \Rightarrow \Delta G < 0$ (reacció espontània)

[0,2 p]

Possibilitat 1: Calcular els valor de E° per les dues reaccions

Per la primera reacció:

$$E^\circ = E^\circ_{\text{CATODE}} - E^\circ_{\text{ANODE}} = E^\circ(Zn^{2+}/Zn) - E^\circ(Al^{3+}/Al)$$

$$E^\circ = (-0,76) - (-1,68) = \mathbf{0,92 \text{ V} > 0}$$

Si calculem el valor de E° per la segona reacció (amb Fe) trobem $E^\circ < 0$.

Cal afegir alumini sòlid

[0,6 p]

Possibilitat 2: Perquè E° sigui positiu cal que l'espècie que es redueix (Zn) tingui un potencial més alt que la que s'oxida (Fe o Al). Això succeeix amb l'alumini:

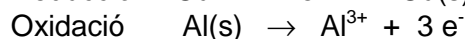
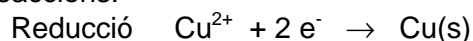
$$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) < E^\circ(Fe^{3+}/Fe) \Rightarrow \text{reacció no espontània}$$

$$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) > E^\circ(Al^{3+}/Al) \Rightarrow \text{reacció espontània}$$

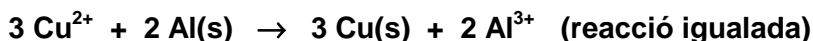
Cal afegir alumini sòlid

[0,6 p]

- b) Semireaccions:



Cal multiplicar la primera reacció per 3 i la segona per 2 per poder igualar els electrons que intervenen en el procés redox.



[0,6 p]

L'energia lliure es calcula amb l'expressió: $\Delta G^\circ = -n \cdot F \cdot E^\circ$

$$n = 6$$

$$E^\circ = E^\circ_{\text{CATODE}} - E^\circ_{\text{ANODE}} = E^\circ(Cu^{2+}/Cu) - E^\circ(Al^{3+}/Al) =$$

$$E^\circ = (+0,34) - (-1,68) = 2,02 \text{ V}$$

$$\Delta G^\circ = -n \cdot F \cdot E^\circ = -6 \cdot 9,65 \cdot 10^4 \cdot 2,02$$

$$\Delta G^\circ = \mathbf{-1169580 \text{ J} \quad (\text{ó } -1169,58 \text{ kJ})}$$

[0,4 p]

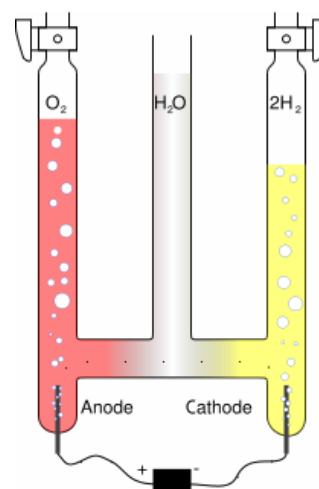
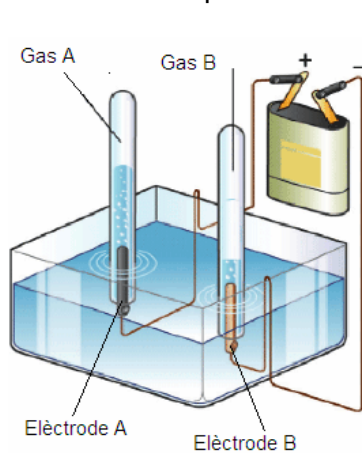
Pregunta 5

a) El material que utilitzaria al laboratori per efectuar l'electròlisi de l'aigua seria:

- Voltàmetre de Hoffmann o bé vas de precipitats (o cubeta) i tubs d'assaig [0,1 p]
- Dos Elèctrodes (de platí o de grafit) i pinces de cocodrill i cable per connectar els elèctrodes [0,1 p]
- Pila o font d'alimentació [0,1 p]
- Aigua destil·lada

Possibles esquemes del muntatge experimental

[0,3 p]



Reaccions:

[0,2 + 0,2 p]

ànode (semireacció d'oxidació): $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$

càtode (semireacció de reducció): $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-$

b) $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-$

A partir de la reacció de reducció, observem que para cada mol d'hidrogen que es forma intervenen 2 mols d'electrons: [0,2 p]

Temps = 0,5 h x (3600 s / 1 h) = 1800 s

Intensitat = 2 A = 2 C / s

$1800 \text{ s} \times (2 \text{ C} / \text{s}) \times (1 \text{ mol e}^- / 9,65 \cdot 10^4 \text{ C}) \times (1 \text{ mol H}_2 / 2 \text{ mol e}^-) = 0,01865 \text{ mols H}_2$
[0,6 p]

$pV = n R T$ $V = (n R T / p) = (0,0186 \times 0,082 \times 298) / 1$
V = 0,456L [0,2 p]

Pregunta 6

- a) **Quan la molècula de CO₂ absorbeix radiació infraroja (IR) es produeixen canvis d'energia vibracional.** L'energia d'aquest tipus de radiació és capaç de provocar un salt des del nivell fonamental d'energia vibracional a un nivell excitat.

[0,5 p]

Les molècules de CO₂ només absorbeixen certes radiacions IR perquè **per passar una molècula d'un nivell de vibració a un altra nivell de vibració ens cal una determinada energia (diferència d'energies dels dos nivells vibracionals).** Aquesta energia l'aporta una determinada freqüència de la radiació electromagnètica que, per tant, pot ser absorbida.

[0,5 p]

- b) A partir de l'equació de Planck relacionarem l'energia de la radiació amb la freqüència (ν) o la longitud d'ona (λ)

$$E = h \nu$$

[0,2 p]

$$\text{Freqüència } \nu = E / h = 1,33 \cdot 10^{-20} \text{ J} / 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$\text{Freqüència} = 2,01 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$$

[0,3 p]

$$\text{Longitud d'ona: } \lambda = c / \nu \quad (\text{o } \lambda = h c / E)$$

[0,2 p]

$$\lambda = c / \nu = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} / 2,01 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Longitud d'ona} = 1,49 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

[0,3 p]

Pregunta 7

- a) Es tracta d'una **reacció per etapes** ja que per passar del reactiu A al producte C passem per un intermediari de reacció (B): **[0,3 p]**



B representa l'intermediari de reacció (espècie activa) que apareix dins del mecanisme de la reacció. **[0,3 p]**

Les magnituds D i E representen les energies d'activació de les dues etapes de la reacció. **[0,4 p]**

- b) **La reacció és exotèrmica**, ja que l'energia de C (productes) és més petita que la d'A (reactius): la reacció desprèn calor. **[0,4 p]**

Si la reacció es fa en presència **d'un catalitzador, es modifica el valor de l'energia d'activació (D)**, ja que la funció del catalitzador és canviar el mecanisme de la reacció; amb això es modifica l'energia d'activació i la velocitat de la reacció. **[0,3 p]**

Si la reacció es fa en presència **d'un catalitzador, la reacció global serà la mateixa** i per tant la **variació d'entalpia no es modifica**, ja que només depèn de l'entalpia de reactius i productes.

[0,3 p]