



Proves d'Accés a la Universitat. Curs 2009-2010

Química

Sèrie 1

Responen a les qüestions 1, 2 i 3. Tot seguit, escolliu UNA qüestió entre la 4 i la 5 i UNA qüestió entre la 6 i la 7 i contesteu les dues que heu triat.

1. El gas amoníac, NH_3 , és un dels compostos més fabricats del món. La gran importància que té es deu a la facilitat amb què es pot convertir en altres productes que contenen nitrogen. En l'àmbit domèstic, trobem solucions d'amoníac en una àmplia varietat de productes de neteja. Suposeu que preparem al laboratori una solució aquosa d'amoníac de concentració inicial 0,030 M:

a) Calculeu el pH d'aquesta solució a 25 °C.

[1 punt]

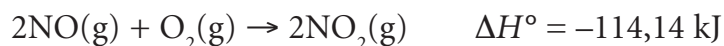
b) Raoneu si una solució aquosa de NH_4Cl 0,030 M serà àcida, neutra o bàsica.

[1 punt]

DADES: Constant de basicitat (K_b) de l'amoníac a 25 °C = $1,8 \cdot 10^{-5}$.

Constant d'ionització de l'aigua (K_w) a 25 °C = $1,0 \cdot 10^{-14}$.

2. El diòxid de nitrogen es pot formar a partir del monòxid de nitrogen, a 298 K, segons la reacció següent:



a) Raoneu si la reacció serà espontània en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

b) Calculeu la calor a pressió constant que es despendrà en reaccionar 5,0 L de monòxid de nitrogen, mesurats a 298 K i 1,0 atm, amb un excés d'oxigen.

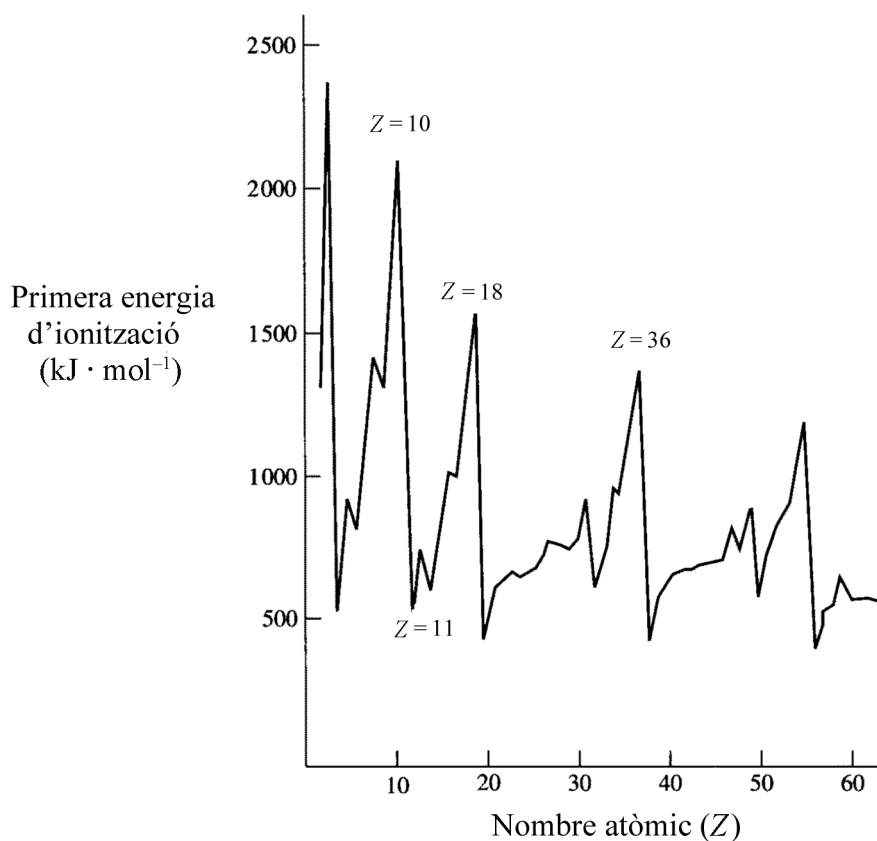
[1 punt]

DADES: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Temperatura = 298 K	$\text{NO}(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{NO}_2(\text{g})$
$S^\circ(\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$	210,8	205,1	240,1

3. Amb l'ajut d'aquesta gràfica, en què es mostra l'energia d'ionització dels seixanta primers elements de la taula periòdica, responeu a les qüestions següents:

Primera energia d'ionització en funció del nombre atòmic



- a)** Definiu el concepte d'energia d'ionització d'un element. Justifiqueu, a partir de l'estructura electrònica dels àtoms, per què la primera energia d'ionització és tan alta en els elements situats en els pics de la figura.
[1 punt]
- b)** Compareu l'energia d'ionització del sodi ($Z = 11$) amb la del magnesi ($Z = 12$) i justifiqueu-ne els valors segons les estructures electròniques d'aquests dos elements.
[1 punt]

4. Al laboratori disposem d'una solució aquosa de Zn^{2+} 1,0 M, d'una solució aquosa de Cu^{2+} 1,0 M i de ferro i alumini sòlids.

a) Quina reacció faríeu per a obtenir zinc sòlid? Justifiqueu la resposta.

[1 punt]

b) Escriviu l'equació de la reacció entre la solució aquosa de Cu^{2+} i l'alumini sòlid i calculeu l'energia lliure estàndard d'aquesta reacció.

[1 punt]

DADES: Considereu que les reaccions es produeixen a 25 °C. / $F = 9,65104 \text{ C mol}^{-1}$.

Temperatura = 25 °C	Cu^{2+}/Cu	Fe^{2+}/Fe	Zn^{2+}/Zn	Al^{3+}/Al
E° (V)	+0,34	-0,44	-0,76	-1,68

5. Mitjançant el procés d'electròlisi de l'aigua es poden obtenir hidrogen i oxigen gasosos.

a) Indiqueu el material que necessitaríeu per a dur a terme aquest procés al laboratori i feu un esquema del muntatge experimental. Escriviu les equacions de les semireaccions que tenen lloc en cadascun dels elèctrodes.

[1 punt]

b) Determineu el volum d'hidrogen, mesurat a 1,0 atm i 25 °C, que s'obtindrà en efectuar l'electròlisi de l'aigua durant mitja hora amb una intensitat de corrent de 2,0 A.

[1 punt]

DADES: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$.

6. El diòxid de carboni, un dels gasos de l'atmosfera, absorbeix part de la radiació infraroja emesa per la superfície de la Terra.

a) Expliqueu què li succeeix a la molècula de diòxid de carboni quan absorbeix un fotó de radiació infraroja. Per què les molècules de diòxid de carboni absorbeixen només certes freqüències de radiació infraroja?

[1 punt]

b) Calculeu la freqüència i la longitud d'ona d'un fotó de radiació infraroja que té una energia d' $1,33 \cdot 10^{-20} \text{ J}$.

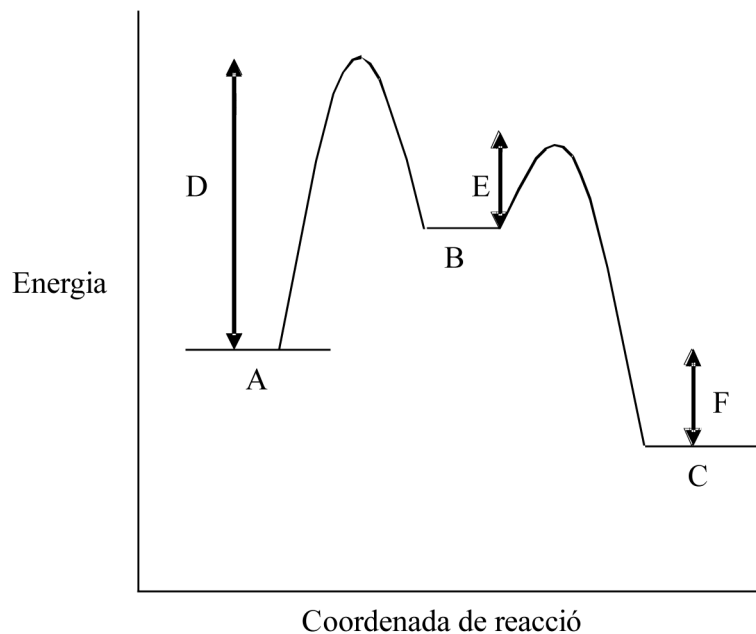
[1 punt]

DADES: Constant de Planck = $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Velocitat de la llum = $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

7. La figura següent mostra el diagrama de la cinètica de la reacció $A \rightarrow C$.

Variació de l'energia en funció de la coordenada de reacció



- a)** Raoneu si es tracta d'una reacció elemental o d'una reacció que inclou etapes. Què representa B? Quines magnituds representen D i E?
[1 punt]
- b)** És una reacció endotèrmica o exotèrmica? Es modificarien D i F si la reacció es produís en presència d'un catalitzador? Justifiqueu les respostes.
[1 punt]



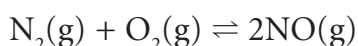
Proves d'Accés a la Universitat. Curs 2009-2010

Química

Sèrie 4

Responen a les qüestions 1, 2 i 3. Tot seguit, escolliu UNA qüestió entre la 4 i la 5 i UNA qüestió entre la 6 i la 7 i contesteu les dues que heu triat.

1. Als motors dels automòbils es produeix la reacció següent, que provoca contaminació atmosfèrica per òxids de nitrogen:



La constant d'equilibri de concentracions d'aquesta reacció és $1,0 \cdot 10^{-30}$ a 298 K, però a una temperatura de 1 100 K és $1,0 \cdot 10^{-5}$.

- a)** Raoneu si la reacció és endotèrmica o exotèrmica.

[1 punt]

- b)** Si en un recipient tancat d'1,0 L de volum que està a una temperatura de 1 100 K introduïm 1,0 mol de nitrogen i 1,0 mol d'oxigen, quants mols de monòxid de nitrogen hi haurà en el recipient quan la reacció assoleixi l'equilibri?

[1 punt]

2. En fer l'electròlisi de clorur de liti fos, LiCl , s'obté Cl_2 a l'ànode i Li al càtode.

- a)** Escriviu el procés que té lloc en cadascun dels elèctrodes i indiqueu quin és el procés d'oxidació i quin el de reducció. Quina polaritat tenen els elèctrodes?

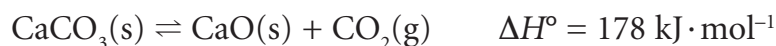
[1 punt]

- b)** Calculeu la intensitat de corrent necessària per a descompondre 15,0 g de clorur de liti fos en una hora.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: $\text{Cl} = 35,5$; $\text{Li} = 6,9$.
Constant de Faraday = $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$.

3. El carbonat de calci es descompon, en condicions estàndard i a 25 °C, segons la reacció següent:



Si l'entropia estàndard d'aquesta reacció (ΔS°) és $165 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$:

- a) Calculeu l'energia lliure estàndard de la reacció a 25 °C. Raoneu si la reacció és espontània en condicions estàndard i a 25 °C.

[1 punt]

- b) Quina temperatura mínima s'ha d'aconseguir perquè el CaCO_3 sòlid es descompongui en condicions estàndard? Considereu que ΔS° i ΔH° no varien amb la temperatura.

[1 punt]

4. Volem obtenir la corba de valoració de 25 mL d'una solució aquosa d'àcid clorhídric 0,500 M amb una solució aquosa d'hidròxid de sodi 0,500 M.

- a) Expliqueu el procediment experimental que seguiríeu al laboratori i indiqueu el material que faríeu servir per a obtenir la corba de valoració.

[1 punt]

- b) Escriviu la reacció de valoració, feu un dibuix aproximat de la corba de valoració i assenyalau-hi el punt d'equivalència. Raoneu quin pH tindrà la valoració en aquest punt a 25 °C.

[1 punt]

5. La reacció de combustió del metà, a 1 atm i 25 °C, es produeix segons l'equació següent:



- a) En la combustió del metà, és més gran la quantitat d'energia implicada en el trencament d'enllaços o en la formació d'enllaços? Raoneu la resposta.

[1 punt]

- b) Calculeu l'entalpia de l'enllaç C–H.

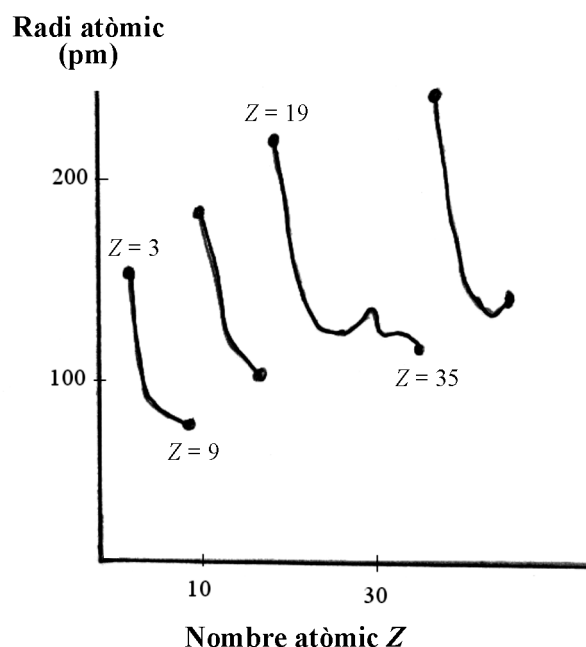
[1 punt]

DADES:

Enllaç	O=O	C=O	O–H
Entalpia d'enllaç ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	498	805	464

6. La figura següent mostra el radi atòmic dels quaranta-cinc primers elements de la taula periòdica:

Radi atòmic d'alguns elements en funció del nombre atòmic



- a)** Justifiqueu, a partir de l'estructura electrònica dels àtoms, la variació del radi atòmic al llarg del segon període de la taula periòdica (nombres atòmics del 3 al 9).
[1 punt]
- b)** Compareu el radi atòmic del liti ($Z = 3$) i el del potassi ($Z = 19$) i justifiqueu aquests valors a partir de l'estructura electrònica dels dos àtoms.
[1 punt]

7. Una radiació electromagnètica es pot definir mitjançant qualsevol dels paràmetres següents: energia, longitud d'ona, freqüència o nombre d'ona.

a) Apliquem a una determinada molècula les radiacions electromagnètiques que s'indiquen a la taula següent. Ordeneu-les de més a menys energia i justifiqueu la resposta.

[1 punt]

Radiacions electromagnètiques

<i>Radiació</i>	<i>radiació 1</i>	<i>radiació 2</i>	<i>radiació 3</i>
Valor i unitat	$2,65 \cdot 10^{-17} \text{ J}$	$2,70 \cdot 10^{-7} \text{ m}$	$5,10 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$

b) Les molècules d'ozó (O_3) de l'estratosfera absorbeixen certes radiacions ultraviolades i ajuden a protegir els éssers humans de patir càncer de pell. D'altra banda, les molècules de diòxid de carboni (CO_2) de la troposfera absorbeixen certes radiacions infraroges emeses per la superfície de la Terra i provoquen l'escalfament de l'atmosfera per l'efecte d'hivernacle. Expliqueu quins tipus de canvis es produeixen en les molècules d'ozó i de diòxid de carboni en aquests processos d'absorció de radiació electromagnètica.

[1 punt]

DADES: Constant de Planck = $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Velocitat de la llum = $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

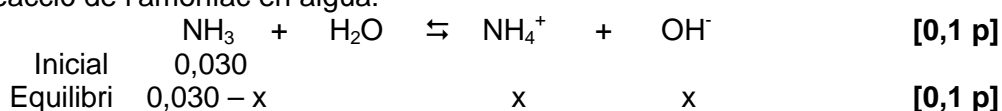


SÈRIE 1

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:



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

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

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

$$x = (1,8 \cdot 10^{-5} \times 0,030)^{1/2} = 7,35 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{OH}^-] = 7,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \textbf{[0,3 p]}$$

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

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

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

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

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

- 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: $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 10,9$
- No penalitzar si quan calculen les concentracions d'ions hidroni i ions hidròxid no expressen les unitats.

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]

Dissociació de la sal: $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$

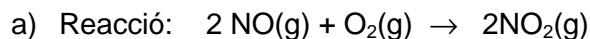
Reacció com a àcid del catió amoni: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

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:

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

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

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

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

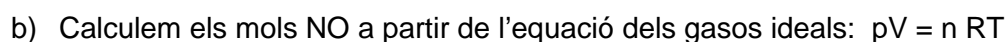
- Unifiquem les unitats: J o kJ:

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

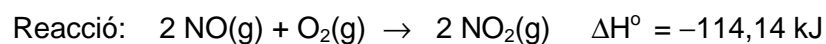
- Calculem ΔG° a 298 K: $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$
- [0,2 p]

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

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



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



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

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

Calor despesa: 11,7 kJ (ó - 11,7 kJ) [0,4 p]

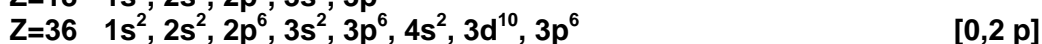
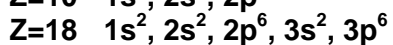
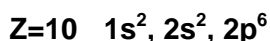
Pregunta 3

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



- *Si no indiquen que l'element està en estat gasós: [0.2 p]*

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

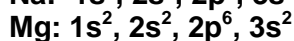
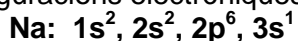


Observem que totes les configuracions acaben amb un **orbital p ple**, és a dir 6 electrons (grup dels gasos nobles).

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]

Es correcte si raonen que el radi atòmic del magnesi és més petit que el del sodi pel fet de trobar-se més a la dreta en un període de la taula periòdica.

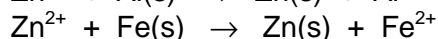
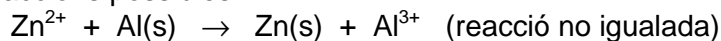
Raonament 2

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:

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

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

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:

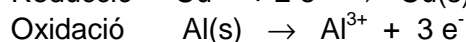
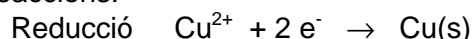
$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) < E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}) \Rightarrow \text{reacció no espontània}$$

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

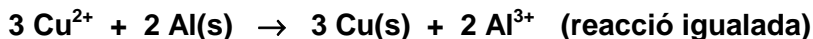
Cal afegir alumini sòlid

[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]

- És correcte [0,6 p] si l'igualen sense les semireaccions (per tempteig)
- És correcte [0,6 p] qualsevol altra igualació que sigui múltiple o submúltiple de l'anterior

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

$$n = 6$$

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

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

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

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

[0,4 p]

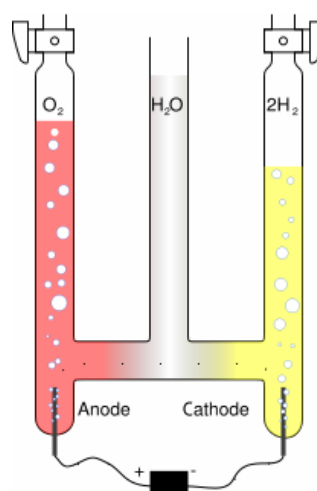
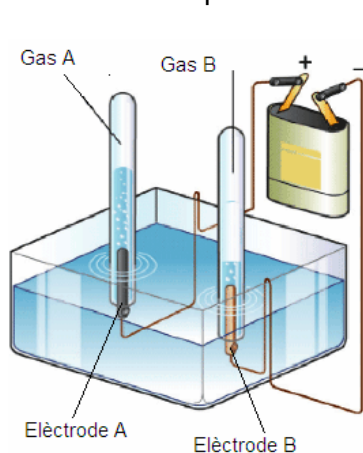
Pregunta 5

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]

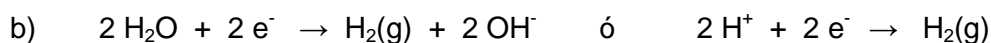
ànode (semireacció d'oxidació): $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$

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

També és pot donar com a correcte:

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

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



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

$$\text{Temps} = 0,5 \text{ h} \times (3600 \text{ s} / 1 \text{ h}) = 1800 \text{ s}$$

$$\text{Intensitat} = 2 \text{ A} = 2 \text{ C} / \text{s}$$

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

[0,6 p]

$$pV = n R T \quad V = (n R T / p) = (0,0186 \times 0,082 \times 298) / 1$$

$$V = 0,456 \text{ L}$$

[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]

- *No és necessari formular el diòxid de carboni (CO₂), però si el formulen malament penalitzaria 0.5 punts.*

- 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]

- *Si no posen unitats (o estan malament) es puntuarà: [0,1 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]

- *Si no posen unitats (o estan malament) es puntuarà: [0,1 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]

Etapa 1 $A \rightarrow B$

Etapa 2 $B \rightarrow C$

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]

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

Pregunta 1

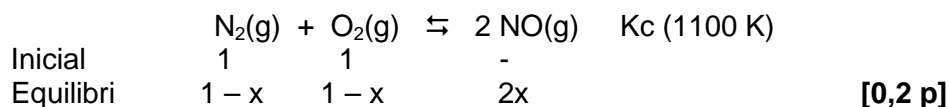
- a) Quan augmentem la temperatura de 298 K a 1100 K, la constant d'equilibri augmenta, és a dir la reacció va més cap a la dreta. **[0,4 p]**

Això ens indica que quan afegim calor, la reacció l'absorbeix i evoluciona formació de productes.

La reacció és endotèrmica ($\Delta H > 0$)

[0,6 p]

- b) Plantegem les condicions inicials i d'equilibri de la reacció:



$$K_c = 10^{-5} = [\text{NO}]^2 / ([\text{N}_2] [\text{O}_2]) \quad \text{[0,2 p]}$$

$$K_c = [(2x / 1)^2] / [((1-x) / 1) \cdot ((1-x) / 1)]$$

$$K_c = 10^{-5} = (2x)^2 / (1-x)^2 \quad \text{[0,2 p]}$$

Fent l'arrel quadrada a cada costat de l'equació:

$$10^{-2,5} = 2x / (1-x)$$

$$x = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ mols} \quad \text{[0,2 p]}$$

Mols de NO a l'equilibri = $2x$

$$\text{Mols de NO a l'equilibri} = 3,2 \cdot 10^{-3} \quad \text{[0,2 p]}$$

- Si suposem que la "x" és petita s'arriba a la mateixa solució.

Pregunta 2

a) Ànode, oxidació [0,1 p]



Càtode, reducció [0,1 p]



Ànode, pol positiu. [0,1 p]

Càtode, pol negatiu. [0,1 p]

b) Càlcul de la intensitat

Massa molecular LiCl = 42,4

$$15 \text{ g LiCl} \times (1 \text{ mol LiCl} / 42,4 \text{ g LiCl}) \times (1 \text{ mol Li}^+ / 1 \text{ mol LiCl}) \times (1 \text{ mol e}^- / 1 \text{ mol Li}^+) \times (9,65 \cdot 10^4 \text{ C} / 1 \text{ mol e}^-) = 34139 \text{ C}$$

$$Q = 34139 \text{ C} \quad [0,6 \text{ p}]$$

$$t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$\text{Intensitat (I): } I = Q / t = 34.139 \text{ C} / 3600 \text{ s} = 9,5 \text{ A}$$

$$\text{Intensitat} = 9,5 \text{ A} \quad [0,4 \text{ p}]$$

▪ Si no posen unitats (o estan malament) es puntuarà: [0,2 p]

Pregunta 3

a) L'energia lliure (ΔG) la podem calcular en condicions estàndard i a 25 °C:

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ \quad [0,3 \text{ p}]$$

$$\Delta H^\circ = 178 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \Delta S^\circ = 165 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 165 \cdot 10^{-3} \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta G^\circ = (178) - (298 \times 165 \cdot 10^{-3})$$

$$\Delta G^\circ = 128,83 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (\text{ó } 128830 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}) \quad [0,4 \text{ p}]$$

▪ Si no passen de J a kJ (o al revés) la puntuació serà: [0 p]

$$\Delta G^\circ > 0 \quad \text{Reacció no espontània} \quad [0,3 \text{ p}]$$

b) Per que sigui **espontània**: $\Delta G^\circ < 0$

$$\text{Cal buscar la temperatura perquè: } \Delta G^\circ = 0 \quad [0,3 \text{ p}]$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ \quad 0 = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$$

$$T = \Delta H^\circ / \Delta S^\circ = 178 / 165 \cdot 10^{-3}$$

$$T = 1079 \text{ K} \quad (\text{temperatura mínima perquè sigui espontània}) \quad [0,7 \text{ p}]$$

▪ Si no posen unitats (o estan malament) es puntuarà: [0,4 p]

Pregunta 4

a) El procediment experimental a realitzar:

- En un **vas de precipitat** hi transvasaríem quantitativament 25 mL de **solució de HCl 0,500 M** amb l'ajut d'una pipeta i una pera.
- A una bureta hi col·locaríem la solució de **NaOH 0,500 M** i **enrasaríem** a un determinat volum (per exemple zero), procurant que la bureta no hi queda cap bombolla d'aire.
- En el vas on hi ha el HCl hi col·locaríem un **elèctrode de vidre connectat a un pHmetre (o un sensor que permeti fer una mesura proporcional al pH)**. Mesurem el pH inicial (a volum NaOH igual a 0 mL)
- **Afegiríem un determinat volum de NaOH (cal mesurar-lo) i anotaríem el pH de solució**. Això ho repetiríem per tenir els pHs a diferents volums de NaOH.
- Es **representen els valors experimentals "pH" vs "Volum NaOH"** i s'obté la corba de valoració.

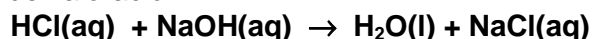
[0,5 p]

Material:

- Vas de precipitats
- Pipeta i pera
- Bureta
- Elèctrode de vidre i pHmetre o sensor per mesurar pH
- Solucions de HCl i NaOH 0,500 M

[0,5 p]

b) Reacció de valoració:

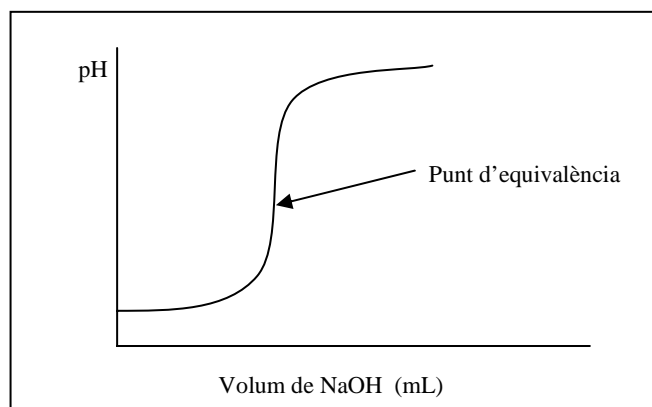


[0,2 p]

També seria correcte : $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)}$
(no és necessari que posin l'estat físic dels compostos)

Dibuix aproximat de la corba de valoració:

[0,5 p]



Si no indiquen (en el dibuix) que el punt d'equivalència està a la meitat de la pujada brusca de pH es puntuarà només **[0,3 p]**

El pH del punt d'equivalència de la valoració és 7,0; en aquest punt tenim aigua i NaCl (aquesta sal és neutre, ja que els ions sodi i clorur no actuen ni d'àcid ni de base). **[0.3 p]**

També poden raonar que el pH és 7,0 ja que la sal que es forma (NaCl) prové d'un àcid fort (HCl) i una base forta (NaOH): **[0,3 p]**

Pregunta 5

- a) La variació d'entalpia d'una reacció es pot calcular (aplicant la llei de Hess) com la suma de les entalpies (o energies) dels enllaços trencats menys la dels enllaços formats:

$$\Delta H = (\sum n_r E_{\text{trencats}}) - (\sum n_p E_{\text{formats}}) \quad [0,4 \text{ p}]$$

$$\text{Si } \Delta H < 0 \Rightarrow E(\text{enllaços formats}) > E(\text{enllaços trencats})$$

Per tant és més gran la quantitat d'energia implicada en la formació d'enllaços que en el trencament d'enllaços. [0,6 p]

- b) Aplicant l'equació anterior: $\Delta H = (\sum n_r E_{\text{trencats}}) - (\sum n_p E_{\text{formats}})$

En la reacció de combustió del metà:

En els reactius, per cada molècula, cal trencar 4 enllaços C-H i 1 enllaç O=O. [0,2 p]

En els productes, per cada molècula, cal formar 2 enllaços C=O i 2 enllaços O-H. [0,2 p]

$$\Delta H = [(4 E_{\text{C-H}}) + (2 \times E_{\text{O=O}})] - [(2 E_{\text{C=O}}) + (2 \times 2 E_{\text{O-H}})] \quad [0,3 \text{ p}]$$

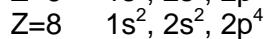
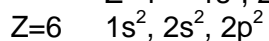
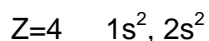
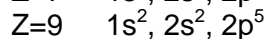
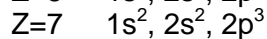
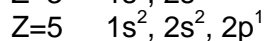
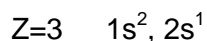
$$-849,3 = [(4 \times E_{\text{C-H}}) + (2 \times 498)] - [(2 \times 805) + (4 \times 464)]$$

$$\text{Entalpia d'enllaç } E_{\text{C-H}} = 405 \text{ kJ mol}^{-1}. \quad [0,3 \text{ p}]$$

- Si no posen unitats (o estan malament) es puntuarà: [0,1 p]

Pregunta 6

a) La configuració electrònica dels elements del segon període és:



[0,2 p]

Tots ells tenen els **electrons més externs a la capa 2** (orbital 2s o 2p). [0,2 p]

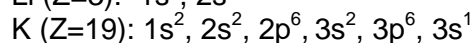
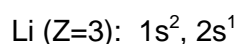
La **càrrega nuclear augmenta en passar de Z=3 a Z=9** (cada vegada hi ha un protó més i un electró més), i això provoca una contracció del núvol electrònic.

[0,4 p]

Per tant **en el període disminueix el radi atòmic en passar de Z=3 a Z=9** com es veu a la figura.

[0,2 p]

b) La configuració electrònica del liti i del potassi és:



[0,2 p]

Els dos elements estan situats en un mateix grup a la taula periòdica. Tenen l'**electró més extern en l'orbital s, però el liti a la capa 2 i el potassi a la capa 3**. Com més gran sigui la capa, el radi atòmic és més alt.

[0,6 p]

Per tant, com es veu en la figura, **el radi del potassi és més gran que la del liti**.

[0,2 p]

Pregunta 7

a) Equacions: $E = h \cdot \nu$ [0,2 p]

Radiació 1: $2,65 \cdot 10^{-17}$ J (energia)

$$E = 265 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Radiació 2: $2,70 \cdot 10^{-7}$ m (longitud d'ona)

$$E = (6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}) / (2,70 \cdot 10^{-7} \text{ m}) = 7,37 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

[0,2 p]

Radiació 3: $5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$ (freqüència)

$$E = (6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \cdot (5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}) = 3,38 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

[0,2 p]

Ordenació: **E(radiació 1) > E(radiació 2) > E(radiació 3)**

[0,4 p]

b) **Quan la molècula de O_3 absorbeix radiació ultraviolada (UV) es produeixen canvis d'energia electrònica.** L'energia d'aquest tipus de radiació és capaç de provocar un salt des del nivell fonamental d'energia electrònica de la molècula a un nivell excitat.

[0,5 p]

Quan la molècula de CO_2 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]