



## Proves d'accés a la universitat

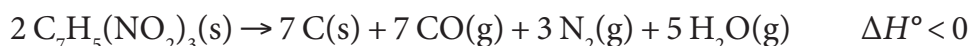
### Química

#### 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.

Cada qüestió val 2 punts.

1. El trinitrotoluen (TNT) és un explosiu molt potent que, en relació amb la nitroglicerina, té l'avantatge que és més estable en cas d'impacte, cops o fricció. La descomposició explosiva del TNT es pot representar mitjançant l'equació química següent:



- a) Calculeu la calor produïda a pressió constant en fer explotar 2,27 kg de TNT en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

- b) Justifiqueu si la variació d'entropia estàndard d'aquesta reacció ( $\Delta S^\circ$ ) és positiva o negativa, i com influeix la temperatura en l'espontaneïtat d'aquesta reacció. Supposeu que l'entalpia i l'entropia no varien en funció de la temperatura.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; N = 14,0; O = 16,0.

Entalpies estàndard de formació a 298 K:

$$\Delta H_f^\circ (\text{TNT}, \text{s}) = -364,1 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ (\text{CO}, \text{g}) = -110,3 \text{ kJ mol}^{-1};$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -241,6 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

2. Les reaccions redox s'utilitzen en molts processos de la química: per a generar energia elèctrica (pila), per a provocar reaccions químiques que no són espontànies (electròlisi) o per a obtenir substàncies de gran interès.

a) Un grup d'estudiants vol muntar una pila al laboratori, en condicions estàndard i a 25 °C. La pila té la notació següent:



Expliqueu el procediment experimental que hauran de seguir per a construir aquesta pila i mesurar-ne la força electromotriu, i indiqueu el material i els reactius que necessitaran.

[1 punt]

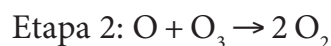
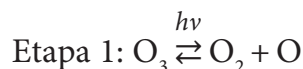
b) En un altre experiment, els estudiants disposen de dos vasos de precipitats, cadascun dels quals conté una solució 1,0 M de nitrat de coure(II), a 25 °C. En el primer, hi introdueixen una làmina de zinc, i en el segon, un fil de plata. Justifiqueu si hi haurà reacció o no en cadascun dels vasos; en cas afirmatiu, escriviu la reacció igualada.

[1 punt]

DADES: Potencial estàndard de reducció a 25 °C:

$$E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}; E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}; E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}.$$

3. L'ozó, una substància que actua com a filtre de les radiacions solars, es pot descompondre en oxigen a l'estratosfera mitjançant un procés exotèrmic que consta de les dues etapes elementals següents:



A 300 K de temperatura, les energies d'activació són 103,0 kJ mol<sup>-1</sup> per a l'etapa 1 i 17,1 kJ mol<sup>-1</sup> per a l'etapa 2.

a) Escriviu la reacció global del procés de descomposició de l'ozó. Feu una representació gràfica aproximada que mostri l'energia en funció de la coordenada de reacció, i assenyalau-hi les energies d'activació i la variació d'entalpia de la reacció.

[1 punt]

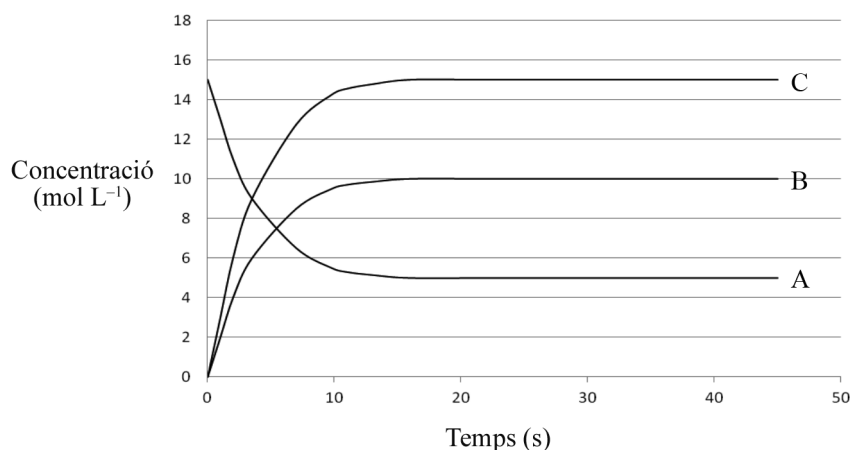
b) A partir del model de l'estat de transició (o complex activat), expliqueu el concepte *energia d'activació* i justifiqueu quina de les dues etapes de la descomposició de l'ozó és més lenta.

[1 punt]

4. Experimentalment, hem dut a terme el seguiment de la reacció en fase gasosa següent, en un recipient tancat i a una temperatura de 300 K:



En el gràfic següent podem veure els canvis de concentració de les tres substàncies gasoses A, B i C, en funció del temps.



- a) Justifiqueu quines seran les concentracions de les substàncies A, B i C en l'equilibri, i calculeu la constant d'equilibri en concentracions ( $K_c$ ) i la constant d'equilibri en pressions ( $K_p$ ) d'aquesta reacció a 300 K.

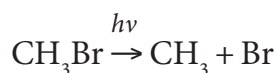
[1 punt]

- b) Tenim les substàncies A, B i C en equilibri a 300 K. Com es modificaran la constant d'equilibri en concentracions i la massa de la substància A si augmentem el volum del recipient però mantenim la temperatura? Raoneu les respostes.

[1 punt]

DADA: Constant universal dels gasos ideals:  $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ .

5. El bromometà (o bromur de metil) es va utilitzar com a plaguicida fins que es va començar a prohibir en molts països, a partir de l'any 2000, pel fet que genera radicals de brom (Br) que participen en el procés de reducció de la capa d'ozó a l'estratosfera. En aquesta capa de l'atmosfera pot tenir lloc la reacció de fotodissociació següent:



- a) Calculeu la freqüència i la longitud d'ona de la radiació electromagnètica capaç de trencar l'enllaç C—Br en una molècula de bromometà.

[1 punt]

- b) Definiu el terme *orbital atòmic* segons el model ondulatori de l'àtom. Escriviu la configuració electrònica de l'àtom de brom i indiqueu els nombres quàntics de l'electró més extern d'aquest àtom.

[1 punt]

DADES: Energia de l'enllaç C—Br:  $276 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

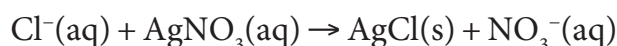
Nombre d'Avogadro:  $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ .

Velocitat de la llum en el buit:  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

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

Nombre atòmic:  $Z(\text{Br}) = 35$ .

6. La salinitat de les aigües oceàniques determina les condicions de vida dels organismes marins i varia en funció de les característiques de cada oceà. La determinació de la salinitat es duu a terme mesurant un paràmetre de l'aigua de mar, com ara la conductivitat elèctrica o la concentració d'ió clorur. Aquest darrer paràmetre es mesura mitjançant una valoració de l'ió clorur amb nitrat de plata ( $\text{AgNO}_3$ ):



- a) Quan hem valorat 20,0 mL d'aigua de mar, hem necessitat 23,5 mL d'una solució de nitrat de plata 0,265 M per a poder arribar al punt final de la valoració. Calculeu la salinitat de l'aigua de mar, expressada com a concentració de NaCl en  $\text{g L}^{-1}$ .

[1 punt]

- b) Escriviu l'equació de l'equilibri de solubilitat del clorur de plata i determineu-ne la solubilitat a 25 °C, expressada en  $\text{mol L}^{-1}$ . Justifiqueu si la solubilitat del clorur de plata augmenta, disminueix o es manté en una solució aquosa concentrada de KCl.

[1 punt]

DADES: Massa molecular relativa del NaCl = 58,5.

Constant del producte de solubilitat del AgCl a 25 °C:  $K_{\text{ps}} = 1,7 \times 10^{-10}$ .

7. L'àcid metanoic ( $\text{HCOOH}$ ), anomenat habitualment *àcid fòrmic*, es pot obtenir de les formigues. Quan una formiga ens pica, ens injecta aproximadament 0,003 mL d'àcid fòrmic pur, i aquest líquid que ens ha injectat es mescla amb 1,0 mL d'aigua del nostre cos.



- a) Calculeu la concentració de la solució aquosa d'àcid fòrmic que es forma al nostre cos quan ens pica una formiga, expressada en  $\text{mol L}^{-1}$ . Quin pH tindrà aquesta solució?

[1 punt]

- b) Per a neutralitzar les picades de formiga, podem utilitzar hidrogencarbonat de sodi ( $\text{NaHCO}_3$ ). Escriviu la reacció de neutralització i calculeu la massa de  $\text{NaHCO}_3$  que cal per a neutralitzar l'àcid fòrmic que ens injecta una formiga quan ens pica.

[1 punt]

DADES: Densitat de l'àcid fòrmic pur =  $1,20 \text{ g mL}^{-1}$ .

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

Constant d'acidesa de l'àcid fòrmic:  $K_{\text{a}} = 1,8 \times 10^{-4}$ .



## Proves d'accés a la universitat

### Química

#### Sèrie 5

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.

Cada qüestió val 2 punts.

1. L'hidròxid de magnesi,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , és un antiàcid que s'utilitza per a alleujar els símptomes d'indigestió o acidesa.
  - a) Escriviu la reacció de l'equilibri de solubilitat de l'hidròxid de magnesi en aigua i calculeu-ne la solubilitat a  $25^\circ\text{C}$ , en  $\text{mg L}^{-1}$ , si el pH de la solució saturada és igual a 11,4.  
[1 punt]
  - b) Quin efecte tindrà l'addició d'una solució aquosa de clorur de magnesi ( $\text{MgCl}_2$ ) en la solubilitat de l'hidròxid de magnesi? I l'addició d'una solució aquosa d'àcid clorhídric ( $\text{HCl}$ )? Justifiqueu les respostes.  
[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives:  $\text{H} = 1,0$ ;  $\text{O} = 16,0$ ;  $\text{Mg} = 24,3$ .  
Constant d'autoionització de l'aigua a  $25^\circ\text{C}$ :  $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$ .

2. Una de les utilitats de l'electròlisi és l'obtenció d'alguns metalls. Per exemple, el magnesi s'obté industrialment per electròlisi del clorur de magnesi ( $\text{MgCl}_2$ ) procedent de salmorres o de l'aigua de mar. En aquesta electròlisi, el clorur de magnesi es troba en estat líquid o fos.
  - a) Escriviu les semireaccions que tenen lloc a cadascun dels elèctrodes durant el procés d'electròlisi del clorur de magnesi fos, i també la reacció iònica global. Indiqueu el nom i la polaritat dels elèctrodes.  
[1 punt]
  - b) Calculeu la massa de magnesi que obtindrem si hi fem passar un corrent elèctric de 200 A durant 18 h.  
[1 punt]

DADES: Massa atòmica relativa:  $\text{Mg} = 24,3$ .  
Constant de Faraday:  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C (mol e}^{-})^{-1}$ .

3. El clorur d'amoni ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) és una sal de color blanc que té un efecte expectorant. També té aplicacions com a diürètic i com a agent acidulant.
- a) Determineu el pH a 25 °C d'un medicament que es prepara dissolent 1,50 g de clorur d'amoni en 100 mL de solució.  
[1 punt]
- b) Expliqueu com prepararíeu al laboratori el medicament de l'apartat anterior. Indiqueu les operacions que faríeu i el nom de tot el material de laboratori que utilitzaríeu.  
[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives:  $\text{H} = 1,0$ ;  $\text{N} = 14,0$ ;  $\text{Cl} = 35,5$ .  
Constant de basicitat de l'amoníac ( $\text{NH}_3$ ) a 25 °C:  $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$ .  
Constant d'autoionització de l'aigua a 25 °C:  $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$ .

4. El bioetanol és un biocombustible que s'obté per fermentació dels sucres presents en les espècies vegetals que tenen un alt contingut en sacarosa, com ara la canya de sucre o la remolatxa, o bé un alt contingut en midó, com ara el blat, el blat de moro, l'ordi o les patates. El bioetanol es pot utilitzar com a combustible en vehicles de motor.

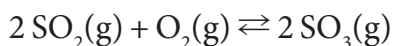


- a) Escriviu i ajusteu la reacció de combustió de l'etanol, i calculeu la variació d'entalpia estàndard a 25 °C i la variació d'energia interna estàndard a 25 °C del procés de combustió.  
[1 punt]
- b) Calculeu la calor alliberada, a 1 atm i 25 °C, associada a la combustió d'1 L d'etanol, de densitat  $0,79 \text{ g cm}^{-3}$ . Raoneu si la variació d'entropia en condicions estàndard, associada a la combustió de l'etanol, és positiva o negativa.  
[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives:  $\text{H} = 1,0$ ;  $\text{C} = 12,0$ ;  $\text{O} = 16,0$ .  
Constant universal dels gasos ideals:  $R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .  
Entalpies estàndard de formació a 25 °C:

Compost	$\Delta H_f^\circ (\text{kJ mol}^{-1})$
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285,8
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,5
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	-277,6

5. Quan es produeix la pluja àcida, un dels passos intermedis de formació d'àcid sulfúric a l'atmosfera és la reacció entre el diòxid de sofre i l'oxigen, que genera triòxid de sofre. La reacció ajustada és la següent:



La reacció és exotèrmica i la constant d'equilibri en pressions a 500 K és  $K_p = 2,5 \times 10^{10}$ .

- a) Un recipient tancat de 10 L a 500 K conté 2,0 mol de diòxid de sofre, 1,0 mol d'oxigen i 2,0 mol de triòxid de sofre. Expliqueu justificadament si la mescla gasosa es troba en equilibri i com evolucionarà amb el temps.

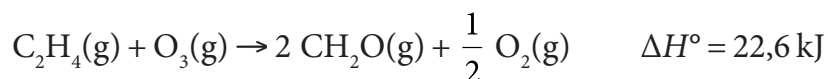
[1 punt]

- b) Quins efectes tindrà una disminució de la temperatura en l'equilibri i en la constant d'equilibri  $K_p$ ? I una disminució de la pressió total?

[1 punt]

DADA: Constant universal dels gasos ideals:  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

6. El boirum fotoquímic (*photochemical smog*) és una mescla de fum i boira que produeix, entre altres efectes, irritació ocular. Un dels principals irritants oculars del boirum és el formaldehid ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), que es produeix per una reacció entre l'etilè ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) i l'ozó ( $\text{O}_3$ ), segons l'equació química següent:



Hem fet diferents experiments, a 25 °C, per determinar la velocitat inicial de reacció a diferents concentracions i hem obtingut els resultats següents:

Experiment	$[\text{C}_2\text{H}_4] \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$	$[\text{O}_3] \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$	Velocitat $\text{(mol L}^{-1} \text{s}^{-1}\text{)}$
1	$0,5 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-8}$	$1,0 \times 10^{-12}$
2	$1,5 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-8}$	$3,0 \times 10^{-12}$
3	$1,0 \times 10^{-7}$	$2,0 \times 10^{-8}$	$4,0 \times 10^{-12}$

- a) Determineu l'ordre de reacció de cada reactiu i l'ordre total.

[1 punt]

- b) Calculeu la constant de velocitat de la reacció a 25 °C. Quina influència té un augment de la temperatura sobre la velocitat de reacció? Justifiqueu la resposta tenint en compte la teoria de les col·lisions.

[1 punt]

7. Les energies d'ionització ens ajuden a entendre algunes diferències qualitatives entre estructures electròniques de diferents àtoms. La taula següent mostra els valors de la primera energia d'ionització del liti, el berilli i el bor.

<i>Element</i>	<i>Primera energia d'ionització (kJ mol<sup>-1</sup>)</i>
Li	520,3
Be	899,5
B	800,6

- a)** Expliqueu justificadament la diferència que hi ha entre els valors de la primera energia d'ionització dels tres àtoms.

[1 punt]

- b)** Calculeu la freqüència mínima i la longitud d'ona màxima de la radiació que pot ionitzar els àtoms de liti gasós en estat fonamental.

[1 punt]

DADES: Nombres atòmics:  $Z(\text{Li}) = 3$ ;  $Z(\text{Be}) = 4$ ;  $Z(\text{B}) = 5$ .

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

Nombre d'Avogadro:  $N_A = 6,023 \times 10^{23}$ .

Velocitat de la llum en el buit:  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .



Institut  
d'Estudis  
Catalans



**SÈRIE 1**

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

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

*Un error en la formulació penalitza 0,5 punts en aquella subpregunta, com s'explicita en la pauta. En cap cas una subpregunta pot tenir una puntuació "negativa".*

**Pregunta 1.a)**

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = (\sum n_p \Delta H^\circ_{\text{f, productes}}) - (\sum n_r \Delta H^\circ_{\text{f, reactius}}) \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = [(7 \times \Delta H^\circ_{\text{f, monòxid de carboni}}) + (5 \times \Delta H^\circ_{\text{f, aigua}})] - (2 \times \Delta H^\circ_{\text{f, TNT}})$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = [(7 \times (-110,3)) + (5 \times (-241,6))] - (2 \times (-364,1))$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = -1251,9 \text{ kJ} \quad [0,3 \text{ p}]$$

A pressió constant  $\Rightarrow q_p = \Delta H^\circ_{\text{reacció}} \quad [0,2 \text{ p}]$   
(on  $q_p$  és la calor a pressió constant)

$$\text{Massa molecular del TNT} = (7 \times 12) + (5 \times 1) + (3 \times 14) + (6 \times 16) = 227 \text{ g/mol}$$

$$2,27 \text{ kg TNT} \times (1000 \text{ g TNT} / 1 \text{ kg TNT}) \times (1 \text{ mol TNT} / 227 \text{ g TNT}) \times (-1251,9 \text{ kJ} / 2 \text{ mol TNT}) = -6259,5 \text{ kJ}$$

$$\text{Calor produïda} = 6259,5 \text{ kJ} \quad [0,3 \text{ p}]$$

**Pregunta 1.b)**

- a) El signe de la **variació d'entropia serà positiva** ja que el desordre en els productes és superior al dels reactius, degut al fet que el nombre de molècules de gas és major en els productes (15 molècules) que en els reactius (0 molècules).

$\uparrow$  molècules de gasos  $\Rightarrow \uparrow$  desordre  $\Rightarrow S^\circ \uparrow$

$S^\circ(\text{productes}) > S^\circ(\text{reactius})$

$\Delta S^\circ = S^\circ(\text{productes}) - S^\circ(\text{reactius}) > 0$

$$\Delta S^\circ > 0$$

[0,5 p]

Per determinar l'espontaneïtat d'una reacció, a p i T constant, es calcula la variació d'energia lliure ( $\Delta G^\circ$ ):

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

Si  $\Delta G^\circ < 0 \Rightarrow$  reacció espontània

[0,2 p]

En la reacció del TNT tenim:

$$\Delta H^\circ < 0$$

$$\Delta S^\circ > 0$$

En l'equació  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$ , el primer terme ( $\Delta H^\circ$ ) és negatiu i el segon ( $-T\Delta S^\circ$ ) és també negatiu, ja que la temperatura en Kelvin sempre és positiva. Per tant  $\Delta G^\circ$  serà sempre negativa

**Per a qualsevol temperatura, la reacció serà espontània**

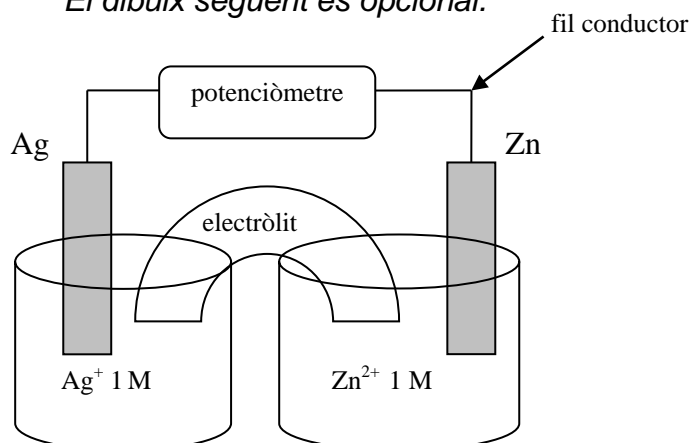
[0,3 p]

**Pregunta 2.a)**

Procediment experimental per a construir la pila; material i reactius:

- Necessitem dos vasos de precipitats: un que contingui una solució de  $\text{Ag}^+$  1 M i un altra que contingui una solució de  $\text{Zn}^{2+}$  1 M. **[0,2 p]**
- Hi col·loquem, respectivament, una làmina (o fil) de Ag i una làmina de Zn parcialment submergides (elèctrodes). **[0,2 p]**
- Es connecten les làmines mitjançant un fil conductor a un potenciòmetre (ó voltímetre). **[0,3 p]**
- El circuit es tanca col·locant un pont salí: tub que connecta els dos vasos i que conté una solució d'un electròlit inert (o una solució d'una sal soluble). **[0,3 p]**

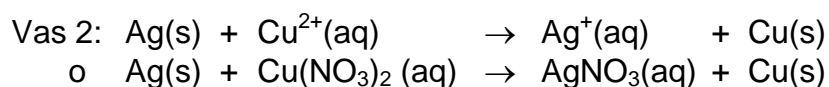
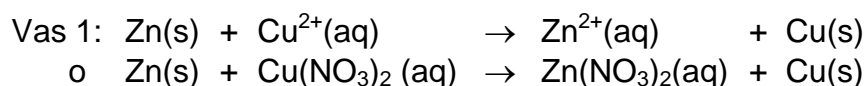
*El dibuix següent és opcional.*



**El càlcul de la força electromotriu de la pila no es demana en aquest exercici i, per tant, no és necessari per tenir la màxima puntuació de la pregunta 2a.**

**Pregunta 2.b)****Formulació. Nitrat de coure(II):  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$** **[penalització: -0,5 punts]**

Les possibles reaccions (no igualades) en els vasos serien:

Justificar si hi haurà reacció. Cal raonar si les **reaccions són espontànies**.**Raonament 1:**

Per saber si la reacció redox és espontània cal calcular la força electromotriu de la pila en què tingués lloc aquesta reacció en condicions estàndard ( $E^\circ$ ).  
Tenim:

**$E^\circ > 0 \Rightarrow$  reacció redox espontània** **[0,4 p]**  
(opcional: reacció espontània  $\Rightarrow \Delta G = -n F E^\circ < 0$ )

Calculem el valor de  $E^\circ$ .

El càtode és sempre el  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  –reducció– i l'ànode és el  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  (vas 1) o el  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  (vas 2) –oxidació–.

$$\text{Vas 1: } E^\circ = E^\circ_{\text{CÀTODE}} - E^\circ_{\text{ÀNODE}} = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$$

$$E^\circ = (+0,34) - (-0,76) = +1,10 \text{ V} > 0$$

**$E^\circ > 0$  Reacció espontània. Hi haurà reacció** **[0,2 p]**

$$\text{Vas 2: } E^\circ = E^\circ_{\text{CÀTODE}} - E^\circ_{\text{ÀNODE}} = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag})$$

$$E^\circ = (+0,34) - (+0,80) = -0,46 \text{ V} < 0$$

**$E^\circ < 0$  Reacció no espontània. No hi haurà reacció** **[0,2 p]**

**Raonament 2:**

També es pot raonar indicant que el potencial de reducció del parell que es redueix ( $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ , càtode) hauria de ser més gran que el que s'oxida ( $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  o  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ , ànode) perquè la reacció sigui espontània. **[0,4 p]**

Tenim:

$$\text{Vas 1: } E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) > E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) \quad \text{o} \quad E^0_{\text{càtode}} > E^0_{\text{ànode}}$$

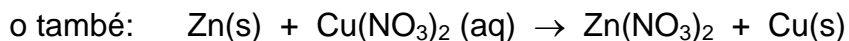
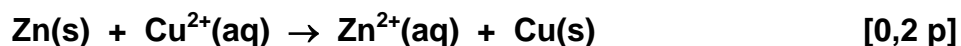
**Reacció espontània. Hi haurà reacció** **[0,2 p]**

$$\text{Vas 2: } E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) < E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) \quad \text{o} \quad E^0_{\text{càtode}} < E^0_{\text{ànode}}$$

**Reacció no espontània. No hi haurà reacció** **[0,2 p]**

Igualació de la reacció que es produeix (vas 1):

**Reacció igualada (vas 1):**

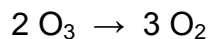


- *En la reacció igualada, no és necessari que indiquin els estats físics de reactius i productes per tenir la màxima puntuació (0,2 p).*

**Pregunta 3.a)**

Reacció global del procés de descomposició de l'ozó:

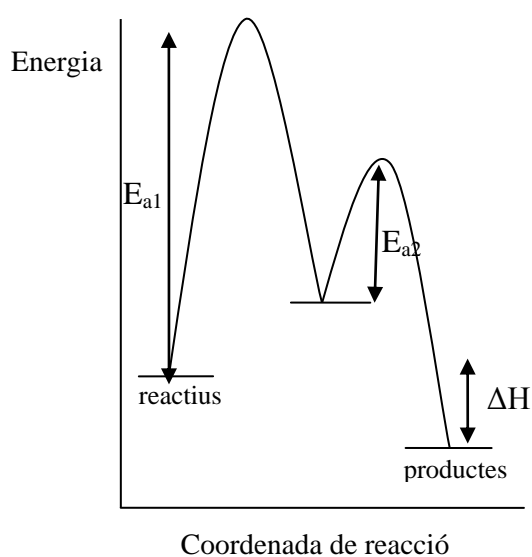
Cal sumar les reaccions de les dues etapes elementals:



[0,2 p]

Representació gràfica de la reacció (dibuix aproximat):

[0,8 p]



$E_{a1}$ : Energia d'activació de l'etapa 1

$E_{a2}$ : Energia d'activació de l'etapa 2

$\Delta H$ : Entalpia de la reacció

- Es penalitzarà 0,2 p si no indiquen bé l'energia d'activació ( $E_{a1}$ )
- Es penalitzarà 0,2 p si no indiquen bé l'energia d'activació ( $E_{a2}$ )
- Es penalitzarà 0,2 p si no indiquen bé l'entalpia de la reacció ( $\Delta H$ )
- Es penalitzarà 0,2 p si indiquen que l'energia de productes és més gran que la de reactius (cal tenir en compte que la reacció és exotèrmica)

**Pregunta 3.b)**

Cal emprar el model de l'estat de transició (o complex activat).

Explicació del concepte d'energia d'activació**[0,6 p]**

Dins d'un mecanisme de reacció, en una etapa elemental per passar dels reactius als productes cal sempre passar per un estat anomenat *estat de transició* o *complex activat*, que té sempre més energia que reactius i productes. **La diferència d'energia entre aquest estat de transició i els reactius s'anomena 'energia d'activació'.**

Justificació de l'etapa més lenta**[0,4 p]**

L'etapa més lenta és aquella en què cal més energia per passar dels reactius a l'estat de transició, és a dir, la que té una major energia d'activació.

⇒ **L'etapa més lenta en la descomposició de l'ozó és l'etapa 1.**

**Pregunta 4.a)**

Quan en una reacció química s'assoleix l'equilibri, les concentracions de reactius i productes es mantenen constants amb el temps. Segons el gràfic, les concentracions d'A, B i C en equilibri serien:

$$[A] = 5 \text{ M} \quad [B] = 10 \text{ M} \quad [C] = 15 \text{ M}$$

[0,2 p]

Reacció:  $2 \text{ A (g)} \rightleftharpoons 2 \text{ B (g)} + 3 \text{ C (g)}$

Constant d'equilibri  $K_c$ :

Expressió de la constant:  $K_c = ([B]^2 \times [C]^3) / ([A]^2)$

[0,2 p]

$$K_c = (10^2 \times 15^3) / (5^2)$$

$$K_c = 13500$$

[0,2 p]

- Si expressen la  $K_c$  amb unitats es penalitzarà 0,1 p.

Constant d'equilibri  $K_p$ :

**Procediment 1 per calcular la  $K_p$**

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

[0,2 p]

$$R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$\Delta n$  (diferència de coeficients estequiomètrics de gasos entre productes i reactius)

$$\Delta n = (2+3)-(2)=3$$

$$K_p = 13500 \times (0,082 \times 300)^3$$

$$K_p = 2,01 \times 10^8$$

[0,2 p]

- Si expressen la  $K_p$  amb unitats es penalitzarà 0,1 p.

**Procediment 2 per calcular la  $K_p$**

Expressió de la constant:  $K_p = (p_B^2 \times p_C^3) / (p_A^2)$

[0,2 p]

Equació dels gasos en pressió parcial:  $p_i V = n_i R T$

$$p_i = n_i R T / V = C_i R T$$

$$p_A = 5 \times 0,082 \times 300 = 123 \text{ atm}$$

$$p_B = 10 \times 0,082 \times 300 = 246 \text{ atm}$$

$$p_C = 15 \times 0,082 \times 300 = 369 \text{ atm}$$

Substituint les pressions en la  $K_p$ :

$$K_p = (246^2 \times 369^3) / (123^2)$$

$$K_p = 2,01 \times 10^8$$

[0,2 p]

- Si expressen la  $K_p$  amb unitats es penalitzarà 0,1 p.



**Pregunta 4.b)**Modificació de la  $K_c$ **[0,5 p]**

**La constant d'equilibri,  $K_c$ , només depèn de la temperatura.**

**Per tant, si la T es manté constant, la  $K_c$  també es manté constant**  
(independentment del canvi de volum).

Modificació de la massa del reactiu A**[0,5 p]**

Si augmentem el volum de recipient, **disminueix la pressió total** i la reacció per mantenir l'equilibri (*Llei de Le Chatelier*) **es desplaça cap a on hi ha més mols de gasos.**

Mols de gasos reactius (coeficients estequiomètrics) = 2

Mols de gasos productes (coeficients estequiomètrics) = 2 + 3 = 5

**La reacció es desplaça cap als productes i, per tant, disminueix la massa d'A.**

**Pregunta 5.a)**

Energia d'enllaç C-Br = 276 kJ/mol

Primer, cal passar l'energia per mol a energia per enllaç:

$$(276 \text{ kJ / mol}) \times (1000 \text{ J / kJ}) \times (1 \text{ mol enllaç} / 6,02 \cdot 10^{23} \text{ enllaç}) = 4,585 \times 10^{-19} \text{ J / enllaç}$$

[0,2 p]

A partir de l'equació de Planck, relacionarem l'energia de la radiació amb la freqüència:

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

$$\nu = E / h \Rightarrow \nu = 4,585 \cdot 10^{-19} / 6,63 \cdot 10^{-34}$$

$$\text{Freqüència: } \nu = 6,92 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} \quad (\text{ó } 6,92 \cdot 10^{14} \text{ Hz}) \quad [0,2 \text{ p}]$$

Càlcul de la longitud d'ona:

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

$$\Rightarrow \lambda = 3,00 \times 10^8 / 6,92 \times 10^{14}$$

$$\text{Longitud d'ona: } \lambda = 4,34 \times 10^{-7} \text{ m} \quad [0,2 \text{ p}]$$

**Pregunta 5.b)**

Un **orbital atòmic**, segons el model ondulatori de l'àtom, és una funció d'ona que ens descriu una regió de l'espai on hi ha una alta probabilitat de trobar un electró en un determinat estat energètic, fixats els nombres quàntics n, l i m.

[0,4 p]

El nombre atòmic de l'àtom de brom és:  $Z = 35 \Rightarrow$  el brom té 35 electrons

**Configuració electrònica del brom:**

$$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^5 \quad [0,2 \text{ p}]$$

**L'electró més extern de l'àtom de brom es troba en l'orbital 4p.**

Els seus nombres quàntics són:

$$n = 4$$

$$l = 1$$

$$m = -1, 0, \text{ o } +1 \quad (\text{qualsevol d'ells})$$

$$s = 1/2 \text{ o } -1/2 \quad (\text{qualsevol d'ells})$$

[0,1 p per cada nombre quàntic. Total: 0,4 p]

**Pregunta 6.a)**

Reacció de valoració:  $\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$

A partir de la reacció igualada (estequiometria 1 a 1):

$$\text{AgNO}_3 \quad V = 23,5 \text{ mL} = 0,0235 \text{ L}$$

$$(0,0235 \text{ L}) \times (0,265 \text{ mol / L}) = 0,0062275 \text{ mol de AgNO}_3 \text{ gastats}$$

$$\text{mol de AgNO}_3 \text{ gastats} = \text{mol inicials de Cl}^-$$

$$\Rightarrow 0,0062275 \text{ mol de Cl}^-$$

**[0,4p]**

Transformem els mols de  $\text{Cl}^-$  en g de NaCl:

$$0,0062275 \text{ mol Cl}^- \times (1 \text{ mol NaCl} / 1 \text{ mol Cl}^-) \times (58,5 \text{ g NaCl} / 1 \text{ mol NaCl}) = 0,3643 \text{ g NaCl}$$

**[0,2 p]**

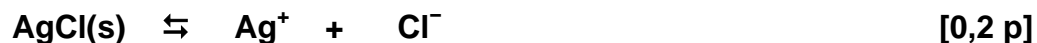
Ho transformem en concentració:

$$\text{Volum de solució valorada} = 20,0 \text{ mL} = 0,0200 \text{ L}$$

$$\text{Concentració de NaCl} = (0,3643 \text{ g}) / (0,0200 \text{ L}) = 18,2 \text{ g/L}$$

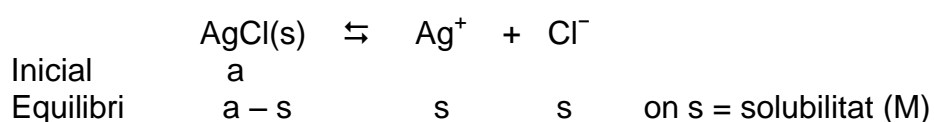
$$\Rightarrow \text{Salinitat (concentració de NaCl)} = 18,2 \text{ g/L}$$

**[0,4 p]**

**Pregunta 6.b)**Equilibri de solubilitat:Càlcul de la solubilitat

Expressió de la constant de solubilitat:

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



Introduïm la solubilitat a l'expressió anterior:

$$K_{ps} = (s) \cdot (s) = s^2 \quad [0,1 \text{ p}]$$

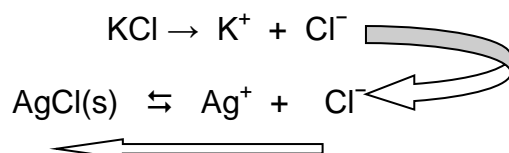
$$s = (K_{ps})^{1/2}$$

$$s = (1,7 \times 10^{-10})^{1/2}$$

$$\Rightarrow \text{s (solubilitat)} = 1,30 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \quad [0,2 \text{ p}]$$

**La solubilitat del AgCl disminuirà en una solució aquosa concentrada de KCl per efecte de l'ió comú (ió clorur) que desplaçarà la reacció de solubilitat cap a l'esquerra (reactius).**

[0,3 p]

*Opcional:*

**Pregunta 7.a)**Concentració de la solució aquosa de HCOOH formada en el nostre cos:

massa molecular HCOOH =  $1+12+(2 \times 16)+1 = 46$  g/mol  
 mols de HCOOH:

$$0,003 \text{ mL HCOOH} \times (1,20 \text{ g HCOOH} / 1 \text{ mL HCOOH}) \times (1 \text{ mol HCOOH} / 46 \text{ g HCOOH}) =$$

$$= 7,826 \times 10^{-5} \text{ mol HCOOH} \quad [0,1 \text{ p}]$$

volum de la solució: podem negligir els 0,003 mL en front del 1,0 mL  
 volum de la solució = 1,0 mL =  $1,0 \times 10^{-3} \text{ L}$

- *Es correcte si el volum total consideren que és la suma dels 0,003 mL més el 1,0 mL ( $V = 1,003 \text{ mL} = 1,003 \times 10^{-3} \text{ L}$ ).*

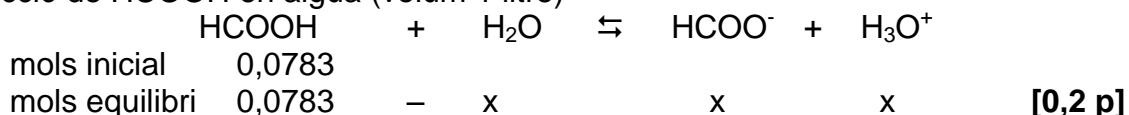
$$C_{\text{HCOOH}} = 7,826 \times 10^{-5} \text{ mol HCOOH} / 1,0 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$C_{\text{HCOOH}} = \mathbf{7,83 \times 10^{-2} \text{ M}} \quad [0,1 \text{ p}]$$

- *Si han agafat el volum total 1,003 mL, la concentració de HCOOH té un valor de  $7,80 \times 10^{-2} \text{ M}$ .*

Càlcul del pH:

Reacció de HCOOH en aigua (volum 1 litre)



$$K_a = [\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HCOOH}] \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$1,8 \times 10^{-4} = [(x) \cdot (x)] / [0,0783 - x]$$

$$1,8 \cdot 10^{-4} = x^2 / (0,0783 - x)$$

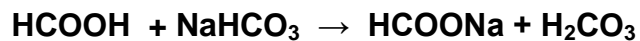
$$\text{Si considerem: } 0,0783 - x \approx 0,0783 \Rightarrow 1,8 \times 10^{-4} = x^2 / (0,0783)$$

$$x = (1,8 \times 10^{-4} \times 0,0783)^{1/2} = 0,003754 \text{ mols}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = x = 0,003754 \text{ mol} / 1 \text{ L} = 0,003754 \text{ M} \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 0,003754 \Rightarrow \mathbf{\text{pH} = 2,4} \quad [0,2 \text{ p}]$$

**Pregunta 7.b)**Reacció de neutralització:**[0,5 p]**Càlcul de la massa de  $\text{NaHCO}_3$  necessària per neutralitzar:**[0,5 p]**

Massa molecular  $\text{NaHCO}_3 = 23 + 1 + 12 + (16 \times 3) = 84 \text{ g/mol}$

$$0,003 \text{ mL HCOOH} \times (1,20 \text{ g HCOOH} / 1 \text{ mL HCOOH}) \times (1 \text{ mol HCOOH} / 46 \text{ g HCOOH}) \times (1 \text{ mol NaHCO}_3 / 1 \text{ mol HCOOH}) \times (84 \text{ g NaHCO}_3 / 1 \text{ mol NaHCO}_3) = 6,57 \times 10^{-3} \text{ g NaHCO}_3$$

**$\Rightarrow$  Es necessiten  $6,57 \times 10^{-3} \text{ g NaHCO}_3$  per neutralitzar l'àcid fòrmic que conté la picada.**

**SÈRIE 5**

*L'alumne ha de respondre a 5 qüestions. Obligatòriament ha de respondre a la 1, 2 i 3 i escollir una entre la 4 i la 5, i escollir una entre la 6 i la 7.*

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

*Un error en la formulació penalitza 0,5 punts en aquella subpregunta, com s'explicita en la pauta. En cap cas una subpregunta pot tenir una puntuació "negativa".*

**Pregunta 1**

a) Equilibri de solubilitat:  $\text{Mg(OH)}_2 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-} (\text{aq})$  (0,3 punts)

$s \qquad \qquad \qquad 2s$

$[\text{OH}^{-}] = 2s \Rightarrow s = [\text{OH}^{-}] / 2$  (0,2 punts)

$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^{+}] \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^{+}] = 10^{-\text{pH}};$

Però també:  $[\text{H}_3\text{O}^{+}] = K_w / [\text{OH}^{-}] \Rightarrow [\text{OH}^{-}] = K_w 10^{\text{pH}}$

(0,2 punts)

En conseqüència:

$s = \frac{1}{2} K_w 10^{\text{pH}} = (\frac{1}{2}) (1,0 \times 10^{-14}) (10^{11,4}) = 1,2559 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$s = (1,2559 \times 10^{-3} \text{ mol/L}) (58,3 \text{ g/mol}) (1000 \text{ mg/1 g}) = 73,221489948 \text{ mg/L}$   
 $s = 73,2 \text{ mg/L}$  (0,3 punts)

b)  $\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq})$  Equilibri de solubilitat  
 $\text{MgCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$  Dissociació de la sal

La solubilitat disminueix **per efecte de l'ió comú**.

Com que la sal subministra ions  $\text{Mg}^{2+}$ , la concentració d'ions  $\text{Mg}^{2+}$  augmenta. Segons el principi de Le Châtelier, aquesta concentració ha de disminuir i, per tant, l'equilibri de solubilitat s'ha de desplaçar cap a l'esquerra, amb la qual cosa augmenta la quantitat de precipitat  $\Rightarrow$  **la solubilitat disminueix**. (0,5 punts)

$\text{Mg(OH)}_2 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-} (\text{aq})$  Equilibri de solubilitat  
 $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^{+}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}$  Dissociació de l'àcid fort

Els ions  $\text{H}_3\text{O}^{+}$  que provenen de l'àcid fort reaccionen amb els ions  $\text{OH}^{-}$  que provenen de l'equilibri de solubilitat i es forma aigua.

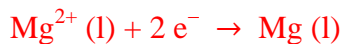
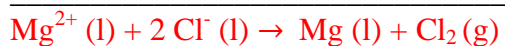
$\text{H}_3\text{O}^{+} (\text{aq}) + \text{OH}^{-} (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  (0,2 punts)

Llavors, la concentració de  $\text{OH}^{-}$  disminueix. Segons el principi de Le Châtelier, aquesta concentració ha d'augmentar. Això s'aconsegueix fent que l'equilibri de solubilitat es desplaci cap a la dreta, amb la qual cosa se solubilitza precipitat  $\Rightarrow$  **la solubilitat augmenta**. (0,3 punts)



**Pregunta 2**

a)

Semireacció de reducció. **Càtode (pol -)**Semireacció d'oxidació. **Ànode (pol +)**

Reacció iònica global

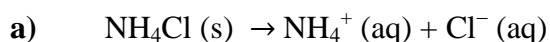
Semireaccions: (0,4 punts)

Reacció iònica global: (0,2 punts)

Nom elèctrodes: (0,2 punts)

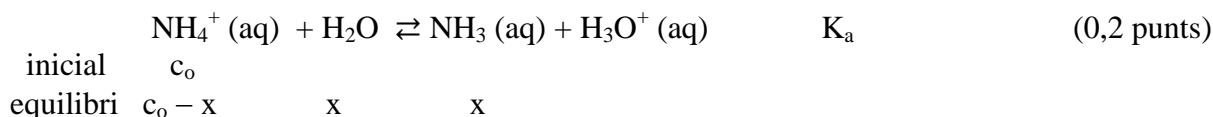
Polaritat: (0,2 punts)

b) Quantitat d'electricitat:  $Q = I \cdot t = (200 \text{ A}) (18 \times 3600 \text{ s}) = 1,296 \times 10^7 \text{ C}$  (0,2 punts) $(1,296 \times 10^7 \text{ C}) (1 \text{ mol e}^{-} / 96500 \text{ C}) (1 \text{ mol Mg} / 2 \text{ mol e}^{-}) (24,3 \text{ g Mg} / 1 \text{ mol Mg}) = 1631,75 \text{ g Mg}$  $m = 1632 \text{ g Mg}$  (0,8 punts)

**Pregunta 3**

El clorur és neutre i no s'hidrolitza.

L'amoní és àcid (àcid conjugat d'una base feble, com és l'amoníac).



$$K_a = [\text{NH}_3] [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{NH}_4^+] \quad (0,2 \text{ punts})$$

$$K_a = x \cdot x / (c_o - x)$$

Per calcular  $x$ , primer s'ha d'avaluar  $c_o$ .

$$1,50 \text{ g NH}_4\text{Cl} (1 \text{ mol NH}_4\text{Cl} / 53,5 \text{ g NH}_4\text{Cl}) (1 \text{ mol NH}_4^+ / 1 \text{ mol NH}_4\text{Cl}) = 0,028037383 \text{ mol NH}_4^+$$

$$c_o = 0,028037383 \text{ mol NH}_4^+ / 0,1 \text{ L} = 0,28037383 \text{ mol / L} \quad (0,2 \text{ punts})$$

$$K_a = K_w / K_b = 1,0 \times 10^{-14} / 1,8 \times 10^{-5} = 5,5555 \times 10^{-10} \quad (0,2 \text{ punts})$$

Un cop coneguts  $c_o$  i  $K_a$ , ja es pot calcular  $x = 1,248 \times 10^{-5}$

- *Es pot fer a partir d'una equació de segon grau,*
- *o també amb l'aproximació  $c_o - x = c_o$ , perquè  $x$  és un valor petit*

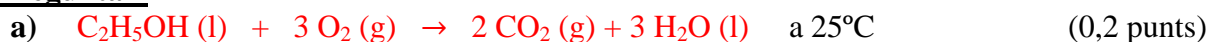
$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log x = -\log 1,248 \times 10^{-5} = 4,90$$

$$\text{pH} = 4,90 \quad (0,2 \text{ punts})$$

**b) Material:** Balança, vareta de vidre, vidre de rellotge, espàtula, matràs aforat de 100 mL, vas de precipitats i aigua destil·lada. (0,3 punts)

**Procediment:** Es pesen en una balança 1,50 g del sòlid (col·locat en un vidre de rellotge prèviament tarat) i es dissolen en un vas de precipitats amb un volum petit d'aigua destil·lada (per exemple uns 30 mL). S'aboca la dissolució dins un matràs aforat de 100 mL, es renta el vas de precipitats amb aigua destil·lada per recollir tot el solut i s'aboca al matràs aforat. S'enrasa amb aigua destil·lada, es tapa i s'agita per homogeneïtzar el contingut.

(0,7 punts)

**Pregunta 4**

Càlcul de la variació d'entalpia ( $\Delta H^\circ$ ):

$$\Delta H^\circ = (\sum \nu_i \cdot \Delta H^\circ_{f,i})_{\text{productes}} - (\sum \nu_R \cdot \Delta H^\circ_{f,i})_{\text{reactius}} \quad (0,1 \text{ punts})$$

$$\Delta H^\circ = [2 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{CO}_2(\text{g})) + 3 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}(\text{l}))] - [\Delta H^\circ_f(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})) + 3 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{O}_2(\text{g}))]$$

$$\Delta H^\circ = [2 \cdot (-393,5) + 3 \cdot (-285,8,5)] - [(-277,6) + 3 \cdot 0]$$

$$\Delta H^\circ = -787 - 857,4 + 277,6 = -1366,8 \text{ kJ/mol etanol}$$

$$\Delta H^\circ = -1366,8 \text{ kJ/mol} \quad (0,3 \text{ punts})$$

Càlcul de la variació d'energia interna ( $\Delta E^\circ$ ):

$$\Delta H^\circ = \Delta E^\circ + P \Delta V = \Delta E^\circ + \Delta \nu R T$$

$$\text{Variació del nombre de mols de gas entre productes i reactius: } \Delta \nu = 2 - 3 = -1$$

(0,2 punts)

$$\Delta E^\circ = \Delta H^\circ - \Delta \nu R T = -1366,8 \times 10^3 - (-1) (8,31) (298) = -1364323,6 \text{ J/mol etanol}$$

$$\Delta E^\circ = -1364,3 \text{ kJ/mol} \quad (0,2 \text{ punts})$$

b)  $P = \text{constant. } Q_p = \Delta H \quad (0,2 \text{ punts})$

Etanol :  $V = 1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$

$$n = (1000 \text{ cm}^3) (790 \text{ g/cm}^3) / (46 \text{ g/mol}) = 17,17391304 \text{ mol}$$

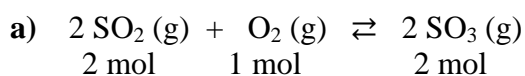
(0,2 punts)

$$Q_p = (17,17391304 \text{ mol etanol}) (-1366,8 \text{ kJ/mol etanol}) = -23473,30435 \text{ kJ}$$

$$Q_p = -23473,3 \text{ kJ} \quad (0,3 \text{ punts})$$

Entropia: En els productes hi ha menys mols de gas i més mols de líquid que en els reactius. En passar de reactius a productes hi ha menys desordre, per tant, hi haurà una disminució de l'entropia.  $\Delta S^\circ < 0$

(0,3 punts)

**Pregunta 5**

Càlcul de la  $Q_c$ :

$$Q_c = [\text{SO}_3]_o^2 / ([\text{O}_2]_o [\text{SO}_2]_o^2)$$

$$Q_c = (2/10)^2 / ((2/10)^2 (1/10)) = 10$$

(0,4 punts)

Càlcul de la  $K_c$ :

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad K_c = K_p / (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = n_{(\text{gasos productes})} - n_{(\text{gasos reactius})} = (2) - (2+1) = -1$$

$$K_c = 2,5 \cdot 10^{10} / (0,082 \times 500)^{-1}$$

$$K_c = 1,025 \times 10^{12}$$

(0,2 punts)

Comparació  $Q_c$  i  $K_c$ :

$$Q_c = 10 < K_c = 1,025 \times 10^{12}$$

$$Q_c < K_c$$

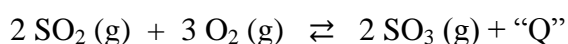
No es troba a l'equilibri, i evoluciona cap a la formació de producte per igualar la  $Q_c$  amb la  $K_c$

(0,4 punts)

- També es podria argumentar a partir de  $Q_p < K_p$ .

**b) Disminució de la temperatura.**

Com que la reacció és exotèrmica, una disminució de la temperatura fa desplaçar l'equilibri cap a la formació de producte.



$\downarrow T \Rightarrow \downarrow Q$ . Segons Le Châtelier:  $\uparrow Q \Rightarrow \rightarrow$  formació de producte.

(0,3 punts)

D'altra banda,  $K_p$  augmenta en disminuir  $T$  ja que la reacció és exotèrmica. S'ha de recordar que la constant d'equilibri només depèn de  $T$ .

(0,2 punts)

Disminució de la pressió.

Segons Le Châtelier:  $\uparrow P \Rightarrow$  es desplaça cap a on hi ha més mols de gas  
 $\Rightarrow$  formació de reactius.

(0,3 punts)

La  $K_p$  no varia amb la pressió ja que només depèn de la temperatura.

(0,2 punts)

**Pregunta 6**

a)  $v = k [\text{C}_2\text{H}_4]^a [\text{O}_3]^b$

Experiments 1 i 2:  $[\text{O}_3] = \text{constant}$ .  $v_2 / v_1 = [\text{C}_2\text{H}_4]_2^a / [\text{C}_2\text{H}_4]_1^a$

$$a = \ln(v_2 / v_1) / \ln([\text{C}_2\text{H}_4]_2 / [\text{C}_2\text{H}_4]_1)$$

$$a = \ln(3 \times 10^{-12} / 1 \times 10^{-12}) / \ln(1,5 \times 10^{-7} / 0,5 \times 10^{-7}) = \ln 3 / \ln 3 = 1$$

**a = 1 (ordre parcial de l'etilè)**

(0,4 punts)

Experiments 1 i 3:  $v_3 / v_1 = ([\text{C}_2\text{H}_4]_3 / [\text{C}_2\text{H}_4]_1)^a ([\text{O}_3]_3 / [\text{O}_3]_1)^b \Rightarrow$

$$b = \ln((v_3 / v_1) ([\text{C}_2\text{H}_4]_3 / [\text{C}_2\text{H}_4]_1)) / \ln([\text{O}_3]_3 / [\text{O}_3]_1)$$

$$b = \ln((4 \times 10^{-12} / 1 \times 10^{-12}) (0,5 \times 10^{-7} / 1 \times 10^{-7})) / \ln(2 \times 10^{-8} / 1 \times 10^{-8}) = \ln 2 / \ln 2 = 1$$

**b = 1 (ordre parcial de l'ozó)**

(0,4 punts)

Ordre total:  $n = a + b = 1 + 1 = 2$

**n = 2 (ordre total)**

(0,2 punts)

- Es pot argumentar, també, que en triplicar la concentració d'etilè fixant una concentració d'ozó (experiments 1 i 2) es triplica la velocitat. Per tant l'ordre parcial de l'etilè és 1.
- Es pot argumentar, també, que en duplicar la concentració d'etilè i d'ozó (experiments 1 i 3) es quadruplica la velocitat. Per tant, l'ordre parcial de l'ozó també és 1.

b) Experiment 1 (es pot agafar qualsevol dels 3 experiments):

$$v_1 = k [\text{C}_2\text{H}_4]_1 [\text{O}_3]_1 \Rightarrow k = v_1 / ([\text{C}_2\text{H}_4]_1 [\text{O}_3]_1)$$

$$k = 1,0 \times 10^{-12} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} / ((0,5 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}) (1,0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1})) = 2000 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

**k = 2000 L mol<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>**

(0,5 punts)

- Cal donar la màxima puntuació (0,5 p) tot i que els ordres de reacció, calculats en l'apartat a, siguin incorrectes.

Un augment de la temperatura implica un augment de la constant de velocitat i, per tant, un augment de la velocitat de reacció. Segons la teoria de les col·lisions, quan augmenta la temperatura, augmenta el nombre de xocs i també l'energia de xoc. Per tant, és més probable que reaccionin el reactius, amb la qual cosa augmenta la velocitat de reacció.

(0,5 punts)

**Pregunta 7**

a) La primera energia d'ionització és l'energia que hem de subministrar a 1 mol d'un element gasós i en estat fonamental per perdre 1 electró.

(0,2 punts)

Per tant ens informa de com està lligat l'electró a l'àtom. Aquest lligam està relacionat amb l'estructura electrònica:

Liti ( $Z = 3$ ):  $1s^2 2s^1$

Beril·li ( $Z = 4$ ):  $1s^2 2s^2$

Bor ( $Z = 5$ ):  $1s^2 2s^2 2p^1$

(0,2 punts)

Li i Be ( $n = 2$ ): El beril·li té més càrrega nuclear i atreu més l'electró de l'última capa. Costa més arrancar l'electró. Be (899,5 kJ/mol) > Li (520,2 kJ/mol).

(0,3 punts)

En el bor ( $n = 2$ ) l'electró 2p està més lluny del nucli que els electrons 2s del beril·li. Llavors, no està tan lligat tot i que hagi augmentat la càrrega nuclear. Per això té un valor intermedi d'energia d'ionització (800,6 kJ/mol).

(0,3 punts)

b) La freqüència i la longitud de ona són les que corresponen a la radiació d'energia igual a la primera energia d'ionització. En el cas del liti és igual a 520,3 kJ/mol.

Energia d'ionització en J per àtom de Li:

$$(520,3 \times 10^3 \text{ J/mol}) (1 \text{ mol} / 6,023 \times 10^{23} \text{ àtoms}) = 8,638552217 \times 10^{-19} \text{ J/àtom}$$

(0,3 punts)

$$\Delta E_{\text{mín}} = h \nu_{\text{mín}} \Rightarrow \nu_{\text{mín}} = \Delta E_{\text{mín}} / h = 8,638552217 \times 10^{-19} \text{ J} / 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 1,302949052 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$\nu_{\text{mín}} = 1,30 \times 10^{15} \text{ Hz (ó s}^{-1}\text{)}$$

(0,4 punts)

$$\lambda_{\text{màx}} = c / \nu_{\text{mín}} = 3,0 \times 10^8 / 1,302949052 \times 10^{15} = 2,302469152 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{màx}} = 2,30 \times 10^{-7} \text{ m}$$

(0,3 punts)