



## Proves d'accés a la universitat

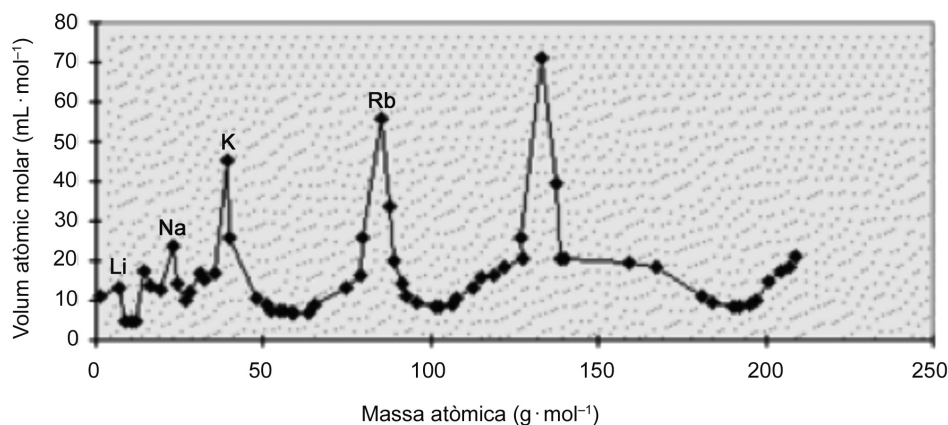
# Química

## Sèrie 4

Responeu a QUATRE de les set qüestions següents. En el cas que respongueu a més qüestions, només es valoraran les quatre primeres.

Cada qüestió val 2,5 punts.

1. L'Assemblea General de les Nacions Unides (ONU) va declarar el 2019 Any Internacional de la Taula Periòdica dels Elements Químics, amb el propòsit de celebrar la gènesi i el desenvolupament de la taula periòdica des del descobriment del sistema periòdic de Dmitri Mendeléiev, ara fa cent cinquanta anys. La taula periòdica és molt útil, ja que permet comparar les propietats dels elements a partir de la posició que ocupen en la taula. La figura següent ens mostra la variació del volum atòmic dels elements en funció de la massa atòmica de cadascun:



A partir de les configuracions electròniques i del model atòmic de càrregues elèctriques:

- a) Justifiqueu la variació del volum atòmic dels metalls alcalins.

[1,25 punts]

- b) Digueu si el potassi i el magnesi, que es troben tot just al voltant del sodi a la taula periòdica, tenen valors d'energia d'ionització inferiors o superiors al del sodi i justifiqueu les respostes.

[1,25 punts]

DADES: Nombres atòmics ( $Z$ ):  $Z(\text{Li}) = 3$ ;  $Z(\text{Na}) = 11$ ;  $Z(\text{Mg}) = 12$ ;  $Z(\text{K}) = 19$ ;  
 $Z(\text{Rb}) = 37$ .

2. L'electròlisi d'una solució aquosa que conté el clorur d'un metall divalent,  $MCl_2$ , ens permet obtenir el metall,  $M(s)$ , amb un alt grau de puresa.
- a) Feu un dibuix esquemàtic d'aquest procés electrolític, i indiqueu-hi el nom de les diferents parts de què consta i per a què serveixen.

[1,25 punts]

- b) Efectuem l'electròlisi d'una solució aquosa de  $MCl_2$  durant 300 min emprant un corrent constant de 3,25 A i obtenim 19,820 g de  $M(s)$ . Quin dels metalls de la taula conté la sal  $MCl_2$ ?

[1,25 punts]

Nombre atòmic	→	24	25	26	27	28	29	30
Símbol	→	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Massa atòmica	→	52,00	54,94	55,85	58,93	58,69	63,55	65,38
		42	43	44	45	46	47	48
		Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
		95,95	97	101,07	102,91	106,42	107,87	112,41

DADA: Constant de Faraday:  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

3. L'àcid làctic ( $\text{CH}_3\text{—CHOH—COOH}$ ) és un compost orgànic sòlid i de color blanc que s'obté per síntesi química o per fermentació microbiana de diferents carbohidrats. En solució aquosa actua com un àcid monopròtic feble perquè la seva molècula conté un únic grup funcional carboxílic ( $\text{—COOH}$ ).

- a) Calculeu el pH, a 25 °C, d'una solució aquosa d'àcid làctic 0,50 M.

[1,25 punts]

- b) Al laboratori tenim una altra solució aquosa d'àcid làctic de concentració desconeguda. Per determinar-ne la concentració, en valorem 25,0 mL emprant una solució aquosa d'una base forta de concentració coneguda que ja tenim preparada. Indiqueu quins dels reactius i materials de la llista següent necessitem per a realitzar aquesta valoració al laboratori i expliqueu quina és la seva funció en la valoració:

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| — $\text{HCl(aq)}$ de concentració coneguda  | — pila                |
| — $\text{NaOH(aq)}$ de concentració coneguda | — pipeta              |
| — fenolftaleïna                              | — calorímetre         |
| — pont salí                                  | — balança             |
| — matràs aforat                              | — matràs d'Erlenmeyer |
| — bureta                                     | — voltímetre          |

[1,25 punts]

DADA: Constant d'acidesa de l'àcid làctic a 25 °C:  $K_a = 1,41 \times 10^{-4}$ .

4. L'acumulació de sediments minerals en les canonades, vàlvules i bombes és un dels problemes més importants per a la indústria petrolera, ja que redueix significativament la producció dels pous. Aquestes incrustacions poden ser, entre altres substàncies, de sulfat de bari ( $\text{BaSO}_4$ ), un compost difícil d'eliminar perquè és summament resistent als agents químics i mecànics.

a) Escriviu l'equació de l'equilibri de solubilitat del sulfat de bari i calculeu-ne la solubilitat en aigua a  $25^\circ\text{C}$ , expressada en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

[1,25 punts]

b) Justifiqueu, a partir dels càlculs necessaris, si a  $25^\circ\text{C}$  es formaran incrustacions de sulfat de bari en un pou petrolífer quan es mesclin  $4,00 \text{ L}$  d'aigua que conté  $1,96 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  d'ions bari amb  $1,00 \text{ L}$  d'una altra aigua que conté  $3,08 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  d'ions sulfat.

[1,25 punts]

DADA: Constant del producte de solubilitat a  $25^\circ\text{C}$ :  $K_{\text{ps}}(\text{BaSO}_4) = 1,08 \times 10^{-10}$ .

NOTA: Considereu additius els volums de les solucions aquoses.

5. A moltes ciutats, a primera hora del matí es produeix una emissió massiva d'hidrocarburs i monòxid de nitrogen a conseqüència del trànsit. El monòxid de nitrogen, en reaccionar amb l'oxigen de l'aire, forma diòxid de nitrogen, un contaminant molt tòxic responsable de l'anomenada *boira fotoquímica*:



Basant-nos en els llistats de referència de l'Organització Mundial de la Salut, l'estat de la qualitat de l'aire a Barcelona (EQAB) es classifica en funció de la concentració de diòxid de nitrogen que conté:

EQAB	Concentració de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ )
Bo	0-40
Moderat	40-140
Regular	140-160
Dolent	160-200
Molt dolent	> 200

FONT: <https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca>.

a) En un dia i una hora determinats, i a la temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , l'aire de Barcelona conté en equilibri  $8,31 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  d'oxigen i  $4,20 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  de monòxid de nitrogen. Determineu quin seria l'estat de la qualitat de l'aire a Barcelona (EQAB) segons aquestes dades.

[1,25 punts]

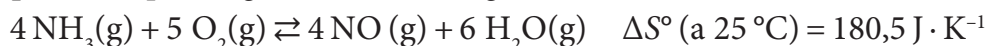
b) Quan és previsible que hi hagi més boira fotoquímica en una ciutat, en dies molt calorosos o molt freds? En dies d'alta pressió o de baixa pressió? Raoneu les respostes.

[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives:  $\text{N} = 14,0$ ;  $\text{O} = 16,0$ .

$1 \text{ g} = 10^6 \mu\text{g}$ .

6. En la fabricació de l'àcid nítric a partir de l'amoníac, en primer lloc cal oxidar catalíticament aquest compost segons la reacció següent:



El procés industrial seguit, que permet obtenir valors alts de rendiment i de velocitat de reacció, consisteix a barrejar amoníac vaporitzat i filtrat amb un corrent d'aire filtrat i comprimit. Posteriorment, la mescla amoníac-aire es posa en contacte amb una malla que conté platí i rodi que es troba a  $900^\circ\text{C}$  de temperatura, on es produeix la reacció química.

- a) Calculeu la variació d'entalpia estàndard de la reacció a  $25^\circ\text{C}$ . Justifiqueu si l'esponatneïtat d'aquesta reacció depèn o no de la temperatura.

[1,25 punts]

- b) Digueu amb quines unitats s'expressa la velocitat de reacció i justifiqueu la resposta. Expliqueu quina és la funció de la malla de platí i rodi en la reacció anterior i raoneu si la malla modifica el valor de l'entalpia estàndard de la reacció.

[1,25 punts]

DADES: Entalpies estàndard de formació a  $25^\circ\text{C}$ :  $\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -241,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  
 $\Delta H_f^\circ (\text{NH}_3, \text{g}) = -46,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_f^\circ (\text{NO}, \text{g}) = +90,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

NOTA: Supposeu que l'entalpia i l'entropia estàndard de la reacció no varien amb la temperatura.

7. Els marcapassos són aparells que ajuden a salvar milers de vides a l'any mantenint el ritme del batec cardíac quan fallen els mecanismes del cor que tenen aquesta funció. Aquests aparells subministren un corrent elèctric al cor només en els moments en què necessita una estimulació. Alguns marcapassos estan formats per una pila de liti-iode, on trobem com a elèctrodes el  $\text{Li}(\text{s})$  en el pol negatiu i el  $\text{I}_2(\text{s})$  en el pol positiu.



- a) Escriviu les semireaccions que tenen lloc a l'ànode i al càtode de la pila de liti-iode. Escriviu la reacció global i justifiqueu que és espontània en condicions estàndard i a  $25^\circ\text{C}$ .

FONT: <https://societadytecnologiagiaculng6.wordpress.com/tecnologia-en-la-salud>.

[1,25 punts]

- b) Les característiques tècniques d'un marcapassos que acaben d'implantar a un pacient són:

Intensitat de corrent =  $0,100 \text{ A}$   
Càrrega elèctrica màxima que pot subministrar =  $6\,480 \text{ C}$

Calculeu el temps, en hores, que podria funcionar sense interrupció aquest marcapassos. Quina massa mínima de liti ha de contenir la pila per a funcionar durant aquest temps?

[1,25 punts]

DADES: Massa atòmica relativa:  $\text{Li} = 6,94$ .  
Potencials estàndard de reducció a  $25^\circ\text{C}$ :  
 $E^\circ (\text{I}_2/\text{I}^-) = 0,54 \text{ V}$ ;  $E^\circ (\text{Li}^+/\text{Li}) = -3,02 \text{ V}$ .  
Constant de Faraday:  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ .



Institut  
d'Estudis  
Catalans



## **SÈRIE 4**

1. L'alumnat ha de respondre **quatre** preguntes escollides lliurement d'entre les set possibles. Cada pregunta val sempre 2,5 punts i la puntuació màxima de l'examen és 10. **En el cas que l'alumnat hagi respost més de quatre preguntes, el professorat corrector només valorarà les quatre primeres preguntes que hagin estat respostes.**
2. Cada pregunta consta de dos apartats (a i b) i cada apartat val sempre 1,25 punts. **Quan la resposta a un apartat és incompleta, aquesta pauta indica la puntuació que cal sumar d'acord als passos que l'alumnat ha fet bé.**
3. **Un error no s'ha de penalitzar dues o més vegades en la mateixa pregunta.** Si un càlcul necessita un resultat anterior, i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del valor numèric, i tenir en compte el procediment de resolució.
4. **No és obligatori que l'alumnat hagi seguit estrictament els passos que s'indiquen en aquesta pauta.** L'alumnat pot arribar a la resposta final mitjançant altres raonaments o processos; queda a criteri del professorat donar-los com a totalment o parcialment vàlids, o com a no vàlids.



**Pregunta 1a**

**Justifiqueu la variació del volum atòmic dels metalls alcalins**

Configuracions electròniques dels metalls alcalins que es mostren a la figura:

Li (Z=3):  $1s^2, 2s^1$

Na (Z=11):  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$

K (Z=19):  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$

Rb (Z=37):  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^1$

**[0,4 p]**

La variació del volum atòmic d'un àtom és la mateixa que la del radi atòmic: a més radi, més volum.

**El Rb té un radi atòmic (o volum atòmic) més gran que el K (i aquest més que el Na, i aquest més que el Li),** com es pot visualitzar en el gràfic, ja que tots són elements del grup 1 amb l'electró més extern en el mateix tipus d'orbital (s), però el Rb té aquest electró més extern en una capa més llunyana del nucli ( $n=5$ ) si ho comparem amb el K ( $n=4$ ), amb el Na ( $n=3$ ) o amb el Li ( $n=2$ ).

**[0,85 p]**



**Pregunta 1b**

Energia d'ionització del sodi = 5,14 eV / àtom

**Justificar si el K té un valor d'energia d'ionització inferior o superior al del Na**

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



La força d'atracció de l'electró extern (càrrega negativa) amb el nucli (càrrega positiva) depèn de la distància que els separi (radi). Com més petita sigui aquesta distància, més força d'atracció (segons la llei de Coulomb) i més costarà d'arrencar l'electró.

En ser el radi atòmic del K més gran que el del Na, costarà menys arrencar l'electró de l'orbital 4s del K que de l'orbital 3s del Na.

**$\Rightarrow$  l'energia d'ionització del K serà inferior a la del sodi**

**[0,4 p]**

Opcional:  $E_{\text{ionització}}(K) < 5,14 \text{ eV/àtom}$

**Justificar si el Mg té un valor d'energia d'ionització inferior o superior al del Na**

Configuració electrònica del Mg:



El Mg té l'electró més extern en orbital s i en la capa  $n=3$ , igual que el Na. Però en tenir dos electrons a la mateixa capa ( $n=3$ ), augmenta la càrrega elèctrica negativa i també la força d'atracció d'aquests electrons cap el nucli positiu (llei de Coulomb).

Per tant: el radi atòmic del Mg és més petit que el del Na, costarà més arrencar l'electró de l'orbital 3s del Mg que de l'orbital 3s del Na.

**$\Rightarrow$  l'energia d'ionització del Mg serà superior a la del sodi**

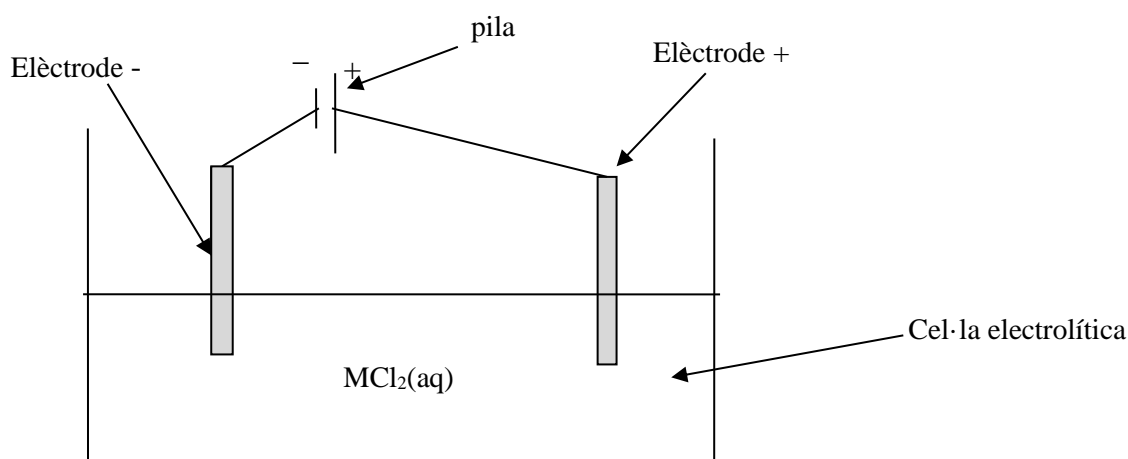
**[0,5 p]**

Opcional:  $E_{\text{ionització}}(\text{Mg}) > 5,14 \text{ eV/àtom}$



**Pregunta 2a**

**Dibuix esquemàtic del procés electrolític (i nom de les parts)**



Dibuix esquemàtic:  
Nom de les parts (cel·la, elèctrodes, pila)

[0,4 p]  
[0,4 p]

**Per a què serveixen les diferents parts**

Cel·la electrolítica:  
Conté la solució aquosa de  $MCl_2$ .

[0,1 p]

Elèctrodes (positiu i negatiu) –opcionalment ànode i càtode–  
Lloc on es produeixen les reaccions redox (oxidació i reducció), és a dir, les transferències d'electrons.

[0,1 p]

Pila:  
Aporta energia (o corrent elèctric o electrons al procés redox).  
Serveix per forçar que la reacció química es produeixi, ja que sense la pila no seria espontània.

[0,25 p]





**Pregunta 2b**

**Quin metall de la taula conté  $MCl_2$**

Dades:

Temps,  $t = 300 \text{ min}$

Intensitat,  $I = 3,25 \text{ A}$  ( $3,25 \text{ C/s}$ )

Massa de  $M(s)$  obtinguda,  $m = 19,820 \text{ g}$

Constant de Faraday,  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

Semireacció:  $M^{2+} + 2 e^- \rightarrow M(s)$

Per identificar el metall,  $M$ , cal saber quina és la seva massa molecular.

Calculem primer els mols de  $M(s)$  obtinguts:

$300 \text{ min} \times (60 \text{ s} / 1 \text{ min}) \times (3,25 \text{ C} / 1 \text{ s}) \times (1 \text{ mol } e^- / 9,65 \times 10^4 \text{ C}) \times$   
 $\times (1 \text{ mol } M(s) / 2 \text{ mols } e^-) = 0,3031 \text{ mols obtinguts de } M(s)$

**[0,75 p]**

Calculem la massa molecular de  $M(s)$

Massa molecular de  $M = \text{massa obtinguda} / \text{mols obtinguts}$

Massa molecular de  $M = 19,820 / 0,3031$

**Massa molecular de  $M = 65,39 \text{ g/mol}$**

$\Rightarrow$  Segons la taula: **la sal  $MCl_2$  conté el zinc (Zn)**

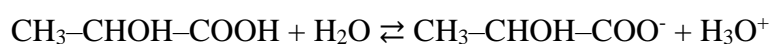
**[0,5 p]**



**Pregunta 3a**

**Càlcul del pH d'una dissolució aquosa d'àcid làctic 0,50 M**

Reacció de l'àcid làctic en aigua:



mols inicial (en 1 L) 0,50

mols equilibri 0,50 - x

x

x

**[0,2 p]**

$$K_a = [\text{CH}_3\text{--CHOH--COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{CH}_3\text{--CHOH--COOH}]$$

**[0,25 p]**

$$1,41 \cdot 10^{-4} = [(x) \cdot (x)] / [0,50 - x]$$

$$1,41 \cdot 10^{-4} = x^2 / (0,50 - x)$$

$$\text{Aproximació: considerem } 0,50 - x \approx 0,50 \Rightarrow 1,41 \cdot 10^{-4} = x^2 / (0,50)$$

$$x = (1,41 \cdot 10^{-4} \cdot 0,50)^{1/2} = 8,3964 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 8,3964 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

**[0,4 p]**

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

$$\text{pH} = -\log 8,3964 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 2,1$$

**[0,4 p]**



**Pregunta 3b**

**Indicar els reactius i materials de la taula necessaris per a realitzar la valoració**

Valorem 25,0 mL d'una solució d'àcid làctic amb una solució aquosa d'una base forta de concentració coneguda. De la taula necessitem:

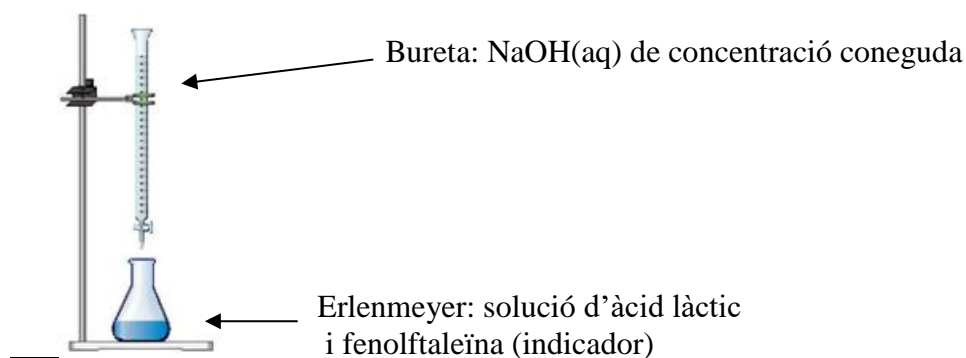
- ✓ **NaOH(aq) de concentració coneguda**
- ✓ **Fenolftaleïna**
- ✓ **Bureta**
- ✓ **Pipeta**
- ✓ **Erlenmeyer**

[0,5 p]

**Funció, en la valoració, dels reactius i materials de la taula necessaris** [0,75 p]

- NaOH(aq) de concentració coneguda: base forta que s'utilitza com a reactiu (solució) valorant, perquè reaccioni amb l'àcid làctic.
- Fenolftaleïna: indicador. Ens avisa quan s'acaba la reacció entre l'àcid i la base, mitjançant un canvi de color de la solució.
- Bureta. Estri que conté la solució de base forta (NaOH) de concentració coneguda. S'utilitza per anar afegint NaOH a la solució d'àcid làctic i ens permetrà mesurar el volum gastat de NaOH per dur a terme la valoració.
- Pipeta. Estri per mesurar els 25,0 mL de solució d'àcid làctic.
- Erlenmeyer. Recipient on realitzem la reacció de valoració. Hi introduïm, inicialment, el volum de solució a valorar (25,0 mL d'àcid làctic) i, posteriorment, hi anem afegint la solució valorant (NaOH).

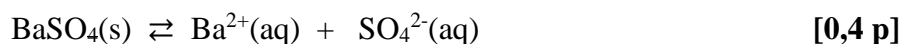
Dibuix (opcional):



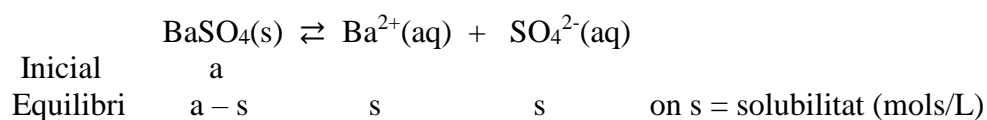


**Pregunta 4a**

**Equació de l'equilibri de solubilitat del BaSO<sub>4</sub>**



**Càlcul de la solubilitat del sulfat de bari**



Expressió de la constant de solubilitat:

$$K_{\text{ps}} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] \quad [0,25 \text{ p}]$$

Introduïm la solubilitat (s) a la  $K_{\text{ps}}$ , i resollem l'equació:

$$K_{\text{ps}} = (s) \cdot (s) = s^2$$

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

$$s = (1,08 \times 10^{-10})^{1/2}$$

$$\Rightarrow \text{s (solubilitat)} = 1,04 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \quad [0,6 \text{ p}]$$



**Pregunta 4b**

**Justificar si es formaran incrustacions de sulfat de bari**

El producte de solubilitat del sulfat de bari s'escriu  $K_{ps} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$

**Condió:** perquè una sal precipiti cal que el valor  $Q$  (amb les concentracions inicials) sigui superior a la  $K_{ps}$ .

**Precipitació  $\Rightarrow Q > K_{ps}$  [0,2 p]**

Calculem les concentracions inicials en barrejar les dues solucions. Suposem els volums additius:

$$\begin{aligned} [\text{Ba}^{2+}]_o &= (4,0 \text{ L} \times 1,96 \cdot 10^{-3} \text{ mols/L}) / (4,0 + 1,0) \text{ L} = 1,568 \cdot 10^{-3} \text{ M} \\ [\text{SO}_4^{2-}]_o &= (1,0 \text{ L} \times 3,08 \cdot 10^{-2} \text{ mols/L}) / (4,0 + 1,0) \text{ L} = 6,160 \cdot 10^{-3} \text{ M} \end{aligned}$$

**[0,4 p]**

$$Q = [\text{Ba}^{2+}]_o \cdot [\text{SO}_4^{2-}]_o = (1,568 \cdot 10^{-3}) \cdot (6,16 \cdot 10^{-3}) = 9,659 \cdot 10^{-6}$$

**[0,4 p]**

Comparem:

$$\begin{aligned} Q &= 9,659 \cdot 10^{-6} \\ K_{ps} &= 1,08 \cdot 10^{-10} \\ \Rightarrow Q &> K_{ps} \end{aligned}$$

**$\Rightarrow$  Es formarà precipitat (incrustacions) de sulfat de bari en el pou petrolífer**  
**[0,25 p]**



**Pregunta 5a**

**Determinar quina seria la qualitat de l'aire (EQAB)**

Reacció:  $2 \text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2\text{(g)}$   $K_c \text{ (a } 20^\circ \text{C)} = 3,21 \times 10^2$

Expressió de la constant d'equilibri:  $K_c = [\text{NO}_2]^2 / ([\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2])$  **[0,4 p]**

Dades en equilibri:  $[\text{NO}] = 4,20 \times 10^{-10} \text{ M}$   
 $[\text{O}_2] = 8,31 \times 10^{-2} \text{ M}$

Aïllem  $[\text{NO}_2]$  i substituïm les dades:

$$[\text{NO}_2]^2 = (K_c \times [\text{NO}]^2 \times [\text{O}_2])$$

$$[\text{NO}_2]^2 = (3,21 \times 10^2) \times (4,20 \times 10^{-10})^2 \times (8,31 \times 10^{-2})$$

$$[\text{NO}_2]^2 = 4,7055 \times 10^{-18}$$

$$[\text{NO}_2] = 2,1692 \times 10^{-9} \text{ M} \quad \textbf{[0,2 p]}$$

Transformem les unitats de la  $[\text{NO}_2]$ , de M a  $\mu\text{g/m}^3$

$$\text{Massa molecular NO}_2 = (14) + (2 \times 16) = 46 \text{ g/mol}$$

$$2,1692 \times 10^{-9} \text{ mol NO}_2 / \text{L} \times (46 \text{ g NO}_2 / 1 \text{ mol NO}_2) \times (10^6 \mu\text{g NO}_2 / 1 \text{ g NO}_2) \times (1 \text{ L} / 1 \text{ dm}^3) \times (10^3 \text{ dm}^3 / 1 \text{ m}^3) = 99,8 \mu\text{g/m}^3$$

**[0,25 p]**

$[\text{NO}_2] = 99,8 \mu\text{g/m}^3 \Rightarrow$  Aquest valor es troba, segons la taula, entre 40 i  $140 \mu\text{g/m}^3$ :

$\Rightarrow$  **La qualitat de l'aire (EQAB) és moderada** **[0,4 p]**



**Pregunta 5b**

**Justificar quan és previsible que hi hagi més boira fotoquímica en una ciutat, en dies molt calorosos o en dies de molt fred**

Efecte de la temperatura sobre l'equilibri

La reacció és endotèrmica ( $\Delta H^0 > 0$ ). Això vol dir que necessita absorbir calor per formar productes (desplaçar-se cap a la dreta).

Si augmentem la temperatura, **dies molt calorosos**, estem subministrant més calor a la reacció i afavorim que aquesta es desplaci cap a la dreta (productes). Es produeix més  $\text{NO}_2$ , **i augmenta la boira fotoquímica**.

**[0,625 p]**

**Justificar quan és previsible que hi hagi més boira fotoquímica en una ciutat, en dies d'alta pressió o de baixa pressió**

Efecte de la pressió sobre l'equilibri

Si la pressió total augmenta, la reacció es desplaça cap a on hi ha menys mols de gasos.

En la reacció de formació del  $\text{NO}_2$  a partir de  $\text{NO}$  i  $\text{O}_2$ , en els productes tenim menys mols de gasos (2) que en els reactius ( $2 + 1 = 3$ ).

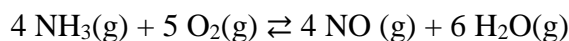
**En dies d'alta pressió** afavorim que la reacció es desplaci cap a la dreta (productes). Es produeix més  $\text{NO}_2$ , **i augmenta la boira fotoquímica**.

**[0,625 p]**



**Pregunta 6a**

**Calcular la variació d'entalpia estàndard de la reacció**



Relacionem l'entalpia de la reacció amb l'entalpia de formació de reactius i productes:

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = (\sum n_p \Delta H^\circ_{\text{f, productes}}) - (\sum n_r \Delta H^\circ_{\text{f, reactius}}) \quad [0,25 \text{ p}]$$

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_{\text{reacció}} &= [4 \times \Delta H^\circ_{\text{f}}(\text{NO}) + 6 \times \Delta H^\circ_{\text{f}}(\text{H}_2\text{O})] - [4 \times \Delta H^\circ_{\text{f}}(\text{NH}_3)] \\ \Delta H^\circ_{\text{reacció}} &= [(4 \times 90,3) + (6 \times (-241,8))] - [4 \times (-46,1)] \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_{\text{reacció}} = -905,2 \text{ kJ} \quad (\text{o } -905,2 \text{ kJ/mol}) \quad [0,4 \text{ p}]$$

**Justificar si l'espontaneïtat d'aquesta reacció depèn o no de la temperatura**

L'espontaneïtat, a p i T constant, depèn de l'energia lliure de la reacció,  $\Delta G^\circ$ .

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ \quad [0,25 \text{ p}]$$

$$\text{Si } \Delta G^\circ < 0 \Rightarrow \text{la reacció és espontània} \quad [0,1 \text{ p}]$$

Dades de la reacció:

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} < 0 \quad (-905,2 \text{ kJ})$$

$$\Delta S^\circ_{\text{reacció}} > 0 \quad (180,5 \text{ J/K})$$

Per a calcular  $\Delta G^\circ$ :

1r. terme:  $\Delta H^\circ_{\text{reacció}}$  és negatiu.

2n. terme:  $-T \Delta S^\circ$  també és sempre negatiu  
ja que  $T > 0$  (en Kelvin) i  $\Delta S^\circ_{\text{reacció}} > 0$

$$\Rightarrow \text{per a qualsevol temperatura tenim: } \Delta G^\circ < 0$$

$$\Rightarrow \text{l'espontaneïtat d'aquesta reacció no depèn de la temperatura} \quad [0,25 \text{ p}]$$





**Pregunta 6b**

**Justificar amb quines unitats s'expressa la velocitat de reacció**

**[0,5 p]**

La velocitat d'una reacció ens indica la variació de la concentració d'un reactiu o producte quan varia el temps.

Per tant, tindrà unitats de concentració dividit per temps:

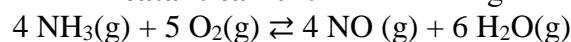
$$v = \Delta c / \Delta t$$

$$\Rightarrow \text{Unitat de la velocitat de reacció} \Rightarrow \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

**Explicar quina és la funció de la malla de platí i rodi en la reacció**

**[0,5 p]**

L'enunciat ens diu que cal oxidar **catalíticament** l'amoníac segons la reacció:



La malla de platí i rodi té la funció de catalitzador:

$\Rightarrow$  augmentar la velocitat de la reacció.

**Raonar si la malla modifica la variació d'entalpia estàndard de la reacció**

**[0,25 p]**

Els catalitzadors incideixen només en la cinètica d'una reacció química (velocitat); no modifiquen l'equilibri químic, ni les magnituds termodinàmiques (per exemple  $\Delta H^\circ$ ).

$\Rightarrow$  La malla de platí i rodi no modifica la variació d'entalpia estàndard de la reacció ( $\Delta H^\circ$ ).



**Pregunta 7a**

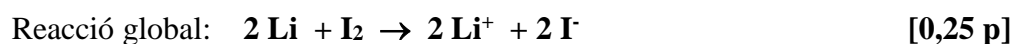
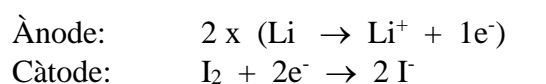
**Escriure les semireaccions que tenen lloc a l'ànode i al càtode de la pila liti-iode**

Semireaccions en els elèctrodes:



**Escriure la reacció global de la pila liti-iode**

Multipliquem la reacció de l'ànode per 2 per a igualar el nombre d'electrons bescanviats, i sumem les dues semireaccions:



**Justificar que és espontània en condicions estàndard i 25° C**

[0,5 p]

**Raonament 1**

La reacció redox serà espontània si la força electromotriu de la pila és positiva:  $E^\circ > 0$ .

$$E^\circ = E^\circ_{\text{CÀTODE}} - E^\circ_{\text{ÀNODE}} = E^\circ(\text{I}_2 / \text{I}^-) - E^\circ(\text{Li}^+ / \text{Li})$$

$$E^\circ = (0,54) - (-3,02) = 3,56 \text{ V}$$

$$E^\circ > 0 \Rightarrow \text{Reacció espontània}$$

**Raonament 2**

Perquè la reacció sigui espontània cal que el potencial de reducció del parell que es redueix ( $\text{I}_2 / \text{I}^-$ ) sigui més gran que el que s'oxida ( $\text{Li}^+ / \text{Li}$ ).

$$E^\circ(\text{I}_2 / \text{I}^-) > E^\circ(\text{Li}^+ / \text{Li}) \Rightarrow \text{Reacció espontània}$$



**Pregunta 7b**

**Calcular el temps (hores) que el marcapassos podria funcionar sense interrupció**

**[0,5 p]**

Dades:

Intensitat,  $I = 0,100 \text{ A}$  (o  $0,100 \text{ C/s}$ )

Càrrega elèctrica (màxima),  $Q = 6480 \text{ C}$

**Raonament 1**

$$6480 \text{ C} \times (1 \text{ s} / 0,100 \text{ C}) \times (1 \text{ h} / 3600 \text{ s}) = 18,0 \text{ h}$$

**Raonament 2**

$$I = Q / t \Rightarrow t = Q / I$$

$$t = 6480 \text{ C} / 0,100 \text{ A} = 64800 \text{ s}$$

$$t = 64800 \text{ s} \times (1 \text{ h} / 3600 \text{ s}) = 18 \text{ h}$$

**$\Rightarrow$  temps màxim que podria funcionar el marcapassos: 18 hores**

**Massa mínima de liti que ha de contenir la pila per funcionar durant aquest temps**

Dades:

Càrrega elèctrica (màxima),  $Q = 6480 \text{ C}$  (temps=18 h; Intensitat=0,100 A)

Faraday,  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

Reacció:  $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + 1 \text{ e}^-$

Massa atòmica Li = 6,94 g/mol

$$6480 \text{ C} \times (1 \text{ mol d'e}^- / 9,65 \times 10^4 \text{ C}) \times (1 \text{ mol Li} / 1 \text{ mol d'e}^-) \times (6,94 \text{ g Li} / 1 \text{ mol Li}) = 0,466 \text{ g de Li}$$

**[0,75 p]**