



Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2015

Química

Sèrie 2

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 diòxid de nitrogen és un gas contaminant de les zones urbanes que es forma com a subproducte en els processos de combustió a temperatures elevades. En un reactor tancat de 5,0 L de capacitat escalfem una mostra de diòxid de nitrogen fins a una temperatura constant de 327 °C i es produeix la reacció següent:



Un cop arribem a l'equilibri, analitzem la mescla gasosa i trobem que conté 3,45 g de NO_2 , 0,60 g de NO i 0,32 g de O_2 .

- a) Calculeu la constant d'equilibri en concentracions, K_c , i la constant d'equilibri en pressions, K_p , de la reacció anterior a 327 °C.

[1 punt]

- b) Aconseguiríem produir més monòxid de nitrogen si afegim un catalitzador a la mescla gasosa en equilibri? I si augmentem el volum del recipient? Expliqueu raonadament les respostes.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: N = 14,0; O = 16,0.

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

2. Volem fabricar piles de diferent força electromotriu al laboratori i disposem d'elèctrodes dels metalls següents: coure, níquel i ferro. Preparem solucions de concentració $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ dels ions Cu^{2+} , Ni^{2+} i Fe^{2+} a partir de sals solubles en aigua i, a més, disposem d'una solució aquosa concentrada de KCl.

a) De totes les piles que podem muntar, justifiqueu quina tindrà la força electromotriu màxima. Calculeu-ne la força electromotriu.

[1 punt]

b) Expliqueu com muntaríeu al laboratori una pila en què els elèctrodes fossin el níquel i el ferro, i esmenteu el material i els reactius necessaris. Dibuixeu un esquema de la pila i indiqueu la polaritat dels elèctrodes.

[1 punt]

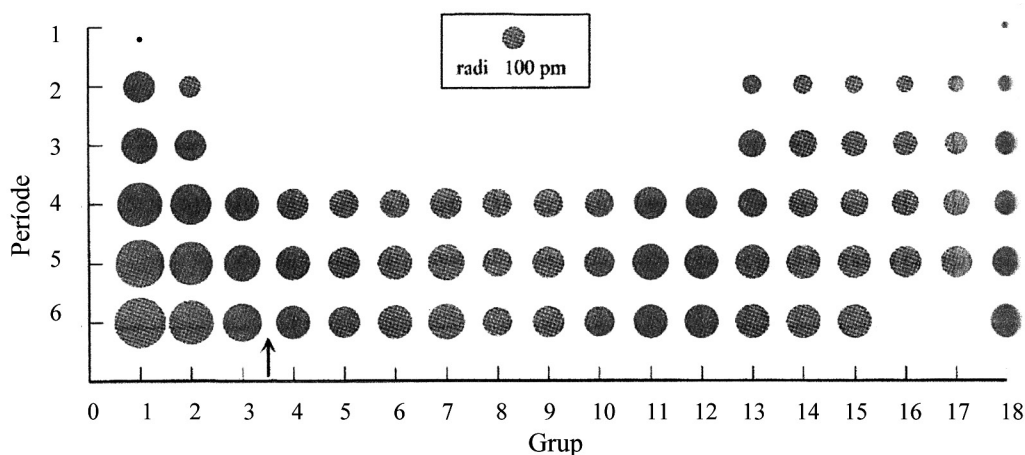
DADES: Supposeu que treballem en condicions estàndard i a 298 K.

Potencial estàndard de reducció, a 298 K:

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}; E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}; E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}.$$

3. Observeu el gràfic següent:

Radi atòmic dels elements de la taula periòdica



A partir de les configuracions electròniques dels àtoms o ions, i utilitzant el model atòmic de càrregues elèctriques, responeu a les qüestions següents:

a) Expliqueu la diferència de radi atòmic entre l'àtom de berilli i el d'estronci. Justifiqueu quin d'aquests dos elements té la primera energia d'ionització més gran.

[1 punt]

b) El clorur de potassi és un compost iònic que conté els ions K^+ i Cl^- en la xarxa cristal·lina. Expliqueu raonadament si el radi del catió K^+ és més gran o més petit que el radi de l'àtom de K, i si el radi de l'anió Cl^- és més gran o més petit que el radi de l'àtom de Cl.

[1 punt]

DADES: Nombres atòmics (Z): $Z(\text{Be}) = 4$; $Z(\text{Cl}) = 17$; $Z(\text{K}) = 19$; $Z(\text{Sr}) = 38$.

4. L'àcid acetilsalicílic ($C_8H_7O_2COOH$), principi actiu de l'aspirina, és un àcid feble i monopròtic, ja que en la fórmula química té un únic grup àcid ($-COOH$). Preparem una solució d'àcid acetilsalicílic en aigua de concentració $3,32 \text{ g L}^{-1}$, i el pH mesurat és de 2,65 a la temperatura de 25°C .



a) Calculeu la constant d'acidesa, K_a , de l'àcid acetilsalicílic a 25°C .

[1 punt]

b) Valorem $25,0 \text{ mL}$ d'una altra solució d'àcid acetilsalicílic amb hidròxid de sodi $0,0250 \text{ M}$ i gastem $14,2 \text{ mL}$ d'aquesta base per a arribar al punt final. Escriviu la reacció de valoració i calculeu la concentració de la solució d'àcid acetilsalicílic, expressada en g L^{-1} .

[1 punt]

DADA: Massa molecular relativa de l'àcid acetilsalicílic = 180.

5. La glucosa ($C_6H_{12}O_6$) és un monosacàrid que és molt present en la nostra vida, ja que les cèl·lules l'utilitzen com a font d'energia i com a intermediari metabòlic. Una de les reaccions que es poden produir en el nostre organisme és la següent:



a) A partir de les dades termodinàmiques de la taula, calculeu quina quantitat d'energia en forma de calor proporciona a l'organisme la reacció d'un mol de glucosa per a formar etanol, si es produeix a pressió constant.

[1 punt]

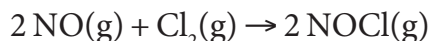
Compost	$CO_2(g)$	$C_6H_{12}O_6(s)$	$CH_3CH_2OH(l)$
Entalpia estàndard de formació, a 298 K (kJ mol^{-1})	-393,5	-1 274,5	-277,0

b) Justifiqueu si la quantitat d'energia en forma de calor que proporciona a l'organisme la reacció d'un mol de glucosa per a formar etanol, a volum constant, seria igual, superior o inferior a la que proporcionaria la reacció si s'efectués a pressió constant.

[1 punt]

DADA: Supposeu que les reaccions es duen a terme en condicions estàndard i a 298 K .

6. El clorur de nitrosil (NOCl), compost que s'utilitza en síntesi química per a introduir grups –NO en diverses molècules orgàniques, es pot formar a partir de la reacció següent:



Hem estudiat la influència de la concentració dels reactius en la velocitat d'aquesta reacció a una temperatura determinada i hem obtingut els resultats següents:

Estudi experimental de la cinètica de la reacció

Concentració inicial de NO (mol L ⁻¹)	Concentració inicial de Cl ₂ (mol L ⁻¹)	Velocitat inicial de la reacció (mol L ⁻¹ s ⁻¹)
0,0125	0,0255	$2,27 \times 10^{-5}$
0,0125	0,0510	$4,55 \times 10^{-5}$
0,0250	0,0255	$9,08 \times 10^{-5}$

- a) Justifiqueu l'ordre de la reacció respecte a cada reactiu i calculeu la constant de velocitat.
[1 punt]
- b) Expliqueu en què es basa el model cinètic de col·lisions. Justifiqueu a partir d'aquest model cinètic l'efecte de la temperatura i del volum del reactor en la velocitat de la reacció.
[1 punt]

7. El brom, Br₂, és una substància vermella i líquida a 20 °C i 1,0 atm. A partir del diagrama de fases del brom podem extreure les dades següents:

Punt de fusió	Punt triple	Punt crític
-7,0 °C 1,0 atm	-7,3 °C 0,058 atm	315,0 °C 102 atm

- a) Quina informació ens donen el punt de fusió i el punt triple del brom? Expliqueu raonadament què observarem si en un recipient tancat que conté brom, a 20 °C i 1,0 atm, anem disminuint la pressió mentre mantenim la temperatura.
[1 punt]
- b) Podem representar el procés de transformació del brom líquid en brom gasós mitjançant l'equació química següent:



Determineu, expressada en °C, la temperatura d'ebullició del brom a 1,0 atm, suposant que les variacions d'entalpia i d'entropia estàndard d'aquest compost no canvien amb la temperatura.

[1 punt]

DADA: Entropia estàndard absoluta, a 298 K:

$$S^\circ(\text{Br}_2, \text{ líquid}) = 152,2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}; S^\circ(\text{Br}_2, \text{ gasós}) = 245,4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}.$$



Institut
d'Estudis
Catalans



Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2015

Química

Sèrie 4

Responeu 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.

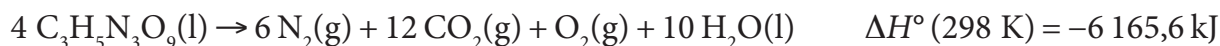
1. Amb el pas del temps, les canonades poden tenir problemes d'obturació a causa de residus que hi poden quedar adherits. Al mercat trobem diferents desembussadors comercials líquids, alguns dels quals són a base de NaOH. Per a determinar la concentració d'aquest compost en el producte comercial podem efectuar una valoració àcid-base emprant com a valorant una solució d'àcid clorhídric de concentració coneguda.



- a) Valorem 5,0 mL d'un desembussador comercial líquid que conté NaOH amb una solució d'àcid clorhídric 0,902 M i calen 41,5 mL d'aquesta solució àcida per a arribar al punt final. Escriviu la reacció de valoració i calculeu la concentració de NaOH que conté el desembussador comercial líquid, expressada en g L^{-1} .
[1 punt]
- b) Expliqueu el procediment experimental que seguiríeu al laboratori per a dur a terme aquesta valoració i indiqueu el material i els reactius que utilitzaríeu.
[1 punt]

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

2. La nitroglicerina, $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$, que tradicionalment s'ha utilitzat per a fabricar explosius, també s'usa en medicina com a vasodilatador per a tractar l'angina de pit. Podem representar la descomposició de la nitroglicerina mitjançant l'equació següent:



- a) Una dosi de nitroglicerina per a tractar l'angina de pit és de 0,60 mg. Si suposem que aquesta quantitat s'acaba descomponent totalment en l'organisme segons la reacció química anterior, calculeu quin volum d'oxigen obtindríem, mesurat a 1,0 bar i a 298 K, i quina quantitat de calor s'alliberaria a pressió constant, en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

- b) Calculeu l'entalpia estàndard de formació de la nitroglicerina a 298 K.

[1 punt]

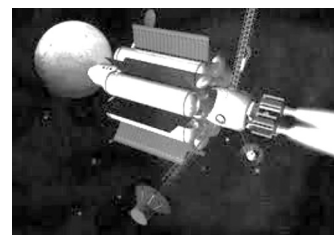
DADES: Masses atòmiques relatives: $\text{H} = 1,0$; $\text{C} = 12,0$; $\text{N} = 14,0$; $\text{O} = 16,0$.

Constant universal dels gasos ideals: $R = 8,3 \times 10^{-2} \text{ bar L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Entalpia estàndard de formació, a 298 K:

$$\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2, \text{g}) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

3. Els propulsors iònics són un tipus de propulsors de naus espacials que utilitzen un feix d'ions positius accelerats a velocitats molt elevades. La propulsió iònica inicialment utilitzava cesi, però, per problemes d'erosió dels materials, actualment s'empren gasos nobles com el xenó.



- a) Quan fem incidir sobre àtoms de xenó una radiació electromagnètica amb una longitud d'ona màxima d' $1,020 \times 10^{-6} \text{ m}$, es provoca la formació del catió Xe^+ . Quina és la freqüència d'aquesta radiació electromagnètica? Quin valor té la primera energia d'ionització del xenó, expressat en kJ mol^{-1} ?

[1 punt]

- b) Escriviu la configuració electrònica, en estat fonamental, dels àtoms de cesi i de xenó. A partir de les configuracions electròniques i del model atòmic de càrregues elèctriques, compareu el radi atòmic i la primera energia d'ionització del cesi i del xenó.

[1 punt]

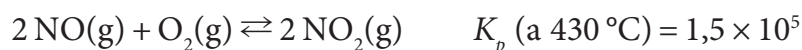
DADES: Nombres atòmics (Z): $Z(\text{Xe}) = 54$; $Z(\text{Cs}) = 55$.

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

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

Nombre d'Avogadro: $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

4. El monòxid de nitrogen és el producte de la reacció entre el nitrogen i l'oxigen atmosfèrics que té lloc als cotxes, ateses les temperatures elevades que s'hi assoleixen. Aquest òxid s'allibera a l'atmosfera i ràpidament s'oxida a diòxid de nitrogen, segons el procés següent:



- a) Fem un experiment en un recipient tancat, a volum constant i a la temperatura de 430°C , introduint NO, O_2 i NO_2 fins que la pressió parcial de cada gas és $2,1 \times 10^{-3}$ bar, $1,1 \times 10^{-2}$ bar i $1,4 \times 10^{-1}$ bar, respectivament. Justifiqueu, a partir dels càlculs necessaris, per què la reacció química no està en equilibri. La pressió parcial del NO_2 serà més alta o més baixa quan la reacció assoleixi l'equilibri? Justifiqueu la resposta.

[1 punt]

- b) Determinem la constant d'equilibri en pressions, K_p , de la reacció anterior per a diferents temperatures i obtenim les dades següents:

Temperatura (K)	600	700	800	900	1 000
Constant d'equilibri (K_p)	138	5,12	0,436	0,0626	0,0130

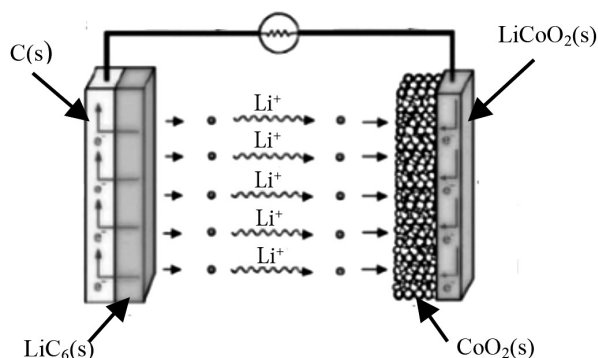
La reacció d'oxidació del NO a NO_2 és exotèrmica o endotèrmica? Per a afavorir l'oxidació del NO a NO_2 , a una temperatura determinada, és preferible fer l'experiment en un reactor tancat de 10 L o de 100 L? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

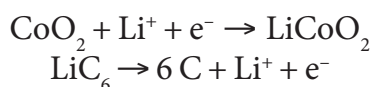
DADA: Supposeu que 1 bar de pressió és aproximadament igual a 1 atm.

5. Les bateries recarregables d'ió liti s'utilitzen en els dispositius mòbils i en els ordinadors. Contenen un elèctrode format pels materials $\text{LiCoO}_2\text{(s)}$ i $\text{CoO}_2\text{(s)}$, i un altre elèctrode format pels materials C(s) i $\text{LiC}_6\text{(s)}$. La bateria té, a més, una substància entre els elèctrodes per a facilitar el moviment dels ions Li^+ .

- a) Quan aquesta bateria funciona com una pila, les semireaccions que es produeixen en els elèctrodes són:



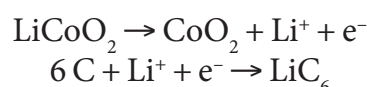
Esquema del funcionament d'una bateria d'ió liti



Justifiqueu quina semireacció es produeix a l'ànode i quina es produeix al càtode, i escriviu la reacció global. Calculeu la força electromotriu de la bateria si sabem que la variació d'energia lliure de la reacció global és $-357,1 \text{ kJ}$ per mol de CoO_2 .

[1 punt]

- b) Quan carreguem la bateria, efectuem un procés electrolític i regenerem CoO_2 i LiC_6 en els elèctrodes, segons les semireaccions següents:

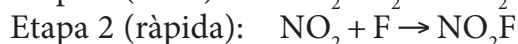


Calculeu la massa de LiC_6 que es formarà en un dels elèctrodes si carreguem la bateria durant 2,5 h i hi fem passar una intensitat de corrent de 0,50 A.

[1 punt]

DADES: Constant de Faraday: $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$.
Masses atòmiques relatives: $\text{Li} = 6,9$; $\text{C} = 12,0$.

6. El fluorur de nitril (NO_2F) és un gas incolor que s'utilitza com a agent per a la fluoració i el podem sintetitzar a partir de diòxid de nitrogen i fluor gasosos. El mecanisme d'aquesta reacció de síntesi es produeix en dues etapes elementals:



- a) Escriuiu la reacció global de la síntesi del fluorur de nitril. Justifiqueu l'ordre de la reacció de l'etapa 1 respecte de cadascun dels reactius i escriuiu l'equació de velocitat de la reacció de l'etapa 1. Indiqueu en quines unitats s'expressa la velocitat d'una reacció química.

[1 punt]

- b) Emprant el model de col·lisions o el model de l'estat de transició (o complex activat), expliqueu el concepte *energia d'activació* i la influència de la temperatura en la velocitat d'una reacció química.

[1 punt]

7. Els detergents contenen grans quantitats de fosfats, que són una de les causes de contaminació de les aigües. El sanejament és un procés clau per a garantir la qualitat de l'aigua i, per tant, la salut i la preservació del medi. Un mètode per a eliminar els fosfats de les aigües residuals consisteix a precipitar-los com a fosfat d'alumini, AlPO_4 .

- a) Escriuiu la reacció de l'equilibri de solubilitat del fosfat d'alumini. Calculeu la solubilitat d'aquesta sal a 20°C , expressada en mol L^{-1} .

[1 punt]

- b) Es vol abocar una aigua residual amb una concentració molt alta de fosfats en un aqüífer on, per exigències legals, només és permès d'abocar-hi aigua amb una concentració de fosfats menor de $0,20 \text{ mg L}^{-1}$. Per això, abans d'abocar-la s'hi afegeix una quantitat de $\text{AlCl}_3(\text{s})$ que aconseguix precipitar una part del fosfat i deixa una concentració en equilibri de l'ió Al^{3+} a l'aigua de $2,6 \times 10^{-15} \text{ mol L}^{-1}$. Justifiqueu si l'aigua residual tractada compleix les exigències legals per a abocar-la a l'aqüífer. Suposeu que la temperatura de l'aigua és de 20°C .

[1 punt]

DADES: Constant del producte de solubilitat, a 20°C : $K_{\text{ps}}(\text{AlPO}_4) = 1,3 \times 10^{-20}$.

Masses atòmiques relatives: O = 16,0; P = 31,0.

El clorur d'alumini, AlCl_3 , és una sal soluble en aigua.

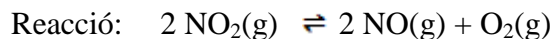


Institut
d'Estudis
Catalans

SÈRIE 2

L'alumne ha de respondre 5 preguntes. Obligatòriament ha de respondre la 1, 2 i 3, escull una entre la 4 i la 5 i escull 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).

Pregunta 1a

Calculem les masses moleculars i els mols en equilibri de cada compost:

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

$$\text{Massa molar NO} = 14 + 16 = 30 \text{ g/mol}$$

$$\text{Massa molar O}_2 = 2 \times 16 = 32 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mols en equilibri NO}_2 = 3,45 \text{ g NO}_2 \times (1 \text{ mol NO}_2 / 46 \text{ g NO}_2) = 0,075$$

$$\text{Mols en equilibri NO} = 0,60 \text{ g NO} \times (1 \text{ mol NO} / 30 \text{ g NO}) = 0,020$$

$$\text{Mols en equilibri O}_2 = 0,32 \text{ g O}_2 \times (1 \text{ mol O}_2 / 32 \text{ g O}_2) = 0,010$$

[0,1 p]

Calculem les concentracions en equilibri (en M) de cada compost ($V=5,0 \text{ L}$):

$$[\text{NO}_2] = 0,075 / 5,0 = 0,015 \text{ M}$$

$$[\text{NO}] = 0,020 / 5,0 = 0,004 \text{ M}$$

$$[\text{O}_2] = 0,010 / 5,0 = 0,002 \text{ M}$$

[0,2 p]

Constant d'equilibri en concentracions: $K_c = ([\text{NO}]^2 \times [\text{O}_2]) / [\text{NO}_2]^2$ [0,2 p]

Càlcul de la constant d'equilibri:

$$K_c = (0,004^2 \times 0,002) / (0,015)^2$$

$$K_c = 1,42 \times 10^{-4} \quad [0,2 \text{ p}]$$

- Es penalitzarà 0,1 p, si expressen la constant d'equilibri amb unitats.

Constant d'equilibri en pressions, K_p :

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta v} \quad [0,1 \text{ p}]$$

On: $\Delta v = \text{mols productes (gasosos)} - \text{mols reactius (gasosos)}$

$$\Delta v = (2+1) - (2) = 1$$

$$T = 327 + 273 = 600 \text{ K}$$

$$K_p = 1,42 \times 10^{-4} (0,082 \times 600)^1$$

$$K_p = 7,0 \times 10^{-3} \quad [0,2 \text{ p}]$$

- Es penalitzarà 0,1 p, si expressen la constant d'equilibri amb unitats.

Pregunta 1b

Un **catalitzador modifica la cinètica** de la reacció (velocitat) però **no altera la constant d'equilibri de la reacció**.

En afegir el catalitzador, les concentracions dels compostos (reactius i productes) no s'alteren.

⇒ Per tant no produiríem més monòxid de nitrogen (NO).

[0,5 p]

En augmentar el volum del recipient, disminueix la pressió en el seu interior. **La reacció és desplaçarà cap a on hi ha més mols de gasos** (*coeficients estequiomètrics*) per tornar a una nova situació d'equilibri.

Mols de gasos reactius = 2

Mols de gasos productes = 2 + 1

⇒ Per tant, la reacció es desplaçarà cap a la dreta, és a dir, **es fabricarà més monòxid de nitrogen (NO)**.

[0,5 p]

Pregunta 2a

La força electromotriu (E^0) es calcula com: $E^0 = E^0_{\text{CATODE}} - E^0_{\text{ANODE}}$.

Perquè la pila construïda tingui la màxima força electromotriu cal que E^0_{CATODE} sigui el més gran possible i el E^0_{ANODE} el més petit possible.

Dels 3 parells redox de què disposem :

- el que té el potencial més alt és el Cu^{2+}/Cu (+0,34 V)
- el que té el potencial més baix és el Fe^{2+}/Fe (-0,44 V).

La pila amb la màxima força electromotriu serà la formada pels parells redox: Cu^{2+}/Cu i Fe^{2+}/Fe .

[0,6 p]

Calculem la força electromotriu d'aquesta pila:

$$E^0 = E^0_{\text{CATODE}} - E^0_{\text{ANODE}} = E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$$

$$E^0 = (+0,34) - (-0,44) = +0,78 \text{ V}$$

La força electromotriu és de 0,78 V

[0,4 p]

- *Si l'alumne calcula correctament la força electromotriu de totes les possibles piles (Cu/Ni 0,59 V, Cu/Fe 0,78 V i Ni/Fe 0,19 V), i conclou amb aquests valors calculats que la pila formada per Cu i Fe té la màxima força electromotriu, la subpregunta 2a té la màxima puntuació (1 p).*

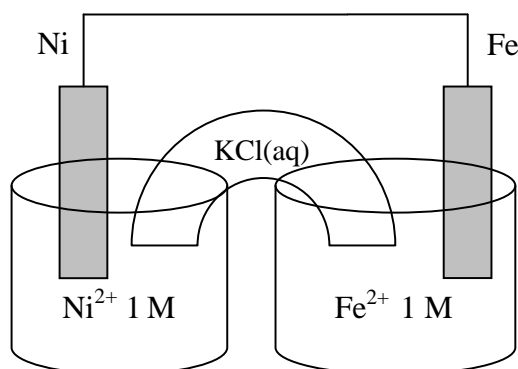
Pregunta 2b

Muntatge experimental de la pila, material i reactius:

- Agafem dos vasos de precipitats: en un hi posem la solució de Ni^{2+} 1 M i en l'altra la solució de Fe^{2+} 1 M. Hi col·loquem, respectivament, una làmina de Ni i de Fe parcialment submergits (elèctrodes). **[0,3 p]**
- Es connecten les làmines entre elles amb un fil conductor (*opcionalment es pot col·locar un voltímetre*). El circuit es tanca col·locant un pont salí, tub que connecta els dos vasos i que conté la solució aquosa de KCl. **[0,3 p]**
 - Si no indiquen que el pont salí és KCl(aq) es penalitza 0,2 p.

Esquema de la pila (dibuix):

[0,3 p]



Polaritats dels elèctrodes (poden estar en el dibuix anterior)

[0,1 p]

Ni: té polaritat positiva (+)

Fe: té polaritat negativa (–)

Pregunta 3a

Si fem les configuracions electròniques dels dos elements:

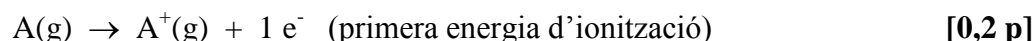
Be: $1s^2, 2s^2$

Sr: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2$ [0,2 p]

L'estronci (Sr) té un radi atòmic més gran que el beril·li (Be), com es pot visualitzar en el gràfic, ja que són dos elements del grup 2 amb l'electró més extern en el mateix tipus d'orbital (s), però l'estronci té aquest electró més extern en una capa més llunyana del nucli ($n=5$) que el beril·li ($n=2$). [0,2 p]

- *Si la justificació del radi es fa només sobre la base de la posició dels elements Be i Sr a la taula periòdica, es penalitzarà 0,1 p (sobre 0,2 p).*

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.

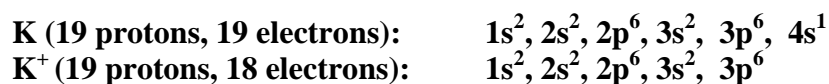
- *Es correcte, també, comentar l'efecte de l'apantallament (càrrega nuclear efectiva).*

En ser el radi atòmic del beril·li més petit que el de l'estronci, costarà més arrencar un electró de l'orbital 2s (beril·li) que de l'orbital 5s de l'estronci. Per tant, **el potencial d'ionització del beril·li serà més gran que el de l'estronci**. [0,4 p]

- *Si la justificació del potencial d'ionització es fa només sobre la base de la posició dels elements Be i Sr a la taula periòdica, es penalitzarà 0,2 p (sobre 0,4 p).*

Pregunta 3b

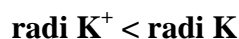
Si fem el recompte de protons i electrons (obligatori) i les configuracions electròniques (opcional) del K i el seu catió K^+ , tenim:



Quan l'àtom de potassi (K) perd un electró de la capa més externa es forma l'ió positiu (K^+) amb igual nombre de protons (19) però un electró menys (18).

[0,1 p]

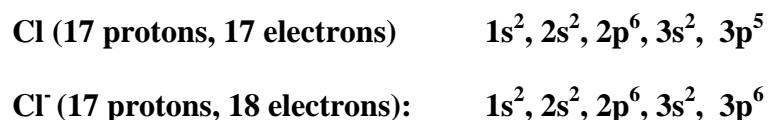
Els electrons que queden estan més propers al nucli i per tant més atrets (lleï de Coulomb). És per això que:



[0,4 p]

- *Si indiquen, sense cap altre raonament, que els cations d'un element tenen sempre el radi més petit que els àtoms de l'element neutre, es puntuarà 0,1 p (sobre 0,4 p) en aquest apartat.*

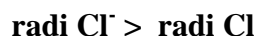
Si fem el recompte de protons i electrons (obligatori) i les configuracions electròniques (opcional) del Cl i el seu anió Cl^- :



Quan l'àtom de clor (Cl) agafa un electró es forma l'ió negatiu (Cl^-) amb igual nombre de protons (17) però un electró més (18).

[0,1 p]

En aquest anió la càrrega nuclear és constant, però la càrrega nuclear efectiva és més petita a causa de l'electró addicional. Per tant, la força d'atracció del nucli sobre els electrons és menor i les repulsions entre ells augmenten (lleï de Coulomb). Això fa que els electrons se separin i la mida en l'ió Cl^- augmenti:



[0,4 p]

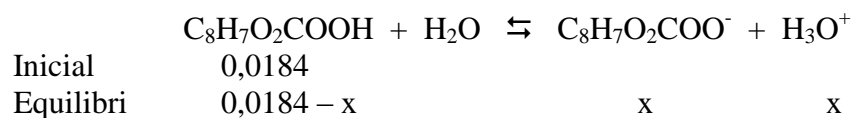
- *Si indiquen, sense cap altre raonament, que els anions d'un element tenen sempre el radi més gran que els àtoms de l'element neutre, es puntuarà 0,1 p (sobre 0,4 p) en aquest apartat.*

Pregunta 4a

Concentració inicial d'àcid acetilsalicílic = 3,32 g/L

Concentració inicial d'àcid acetilsalílic = $3,32 \text{ g / L} \times (1 \text{ mol / } 180 \text{ g}) = 0,0184 \text{ M}$

[0,1 p]



$$\begin{array}{ll} \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] & \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \\ \text{Si } \text{pH} = 2,65 & \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,65} = 2,2387 \times 10^{-3} \text{ M} \end{array} \quad [0,3 \text{ p}]$$

Per l'estequiometria de la reacció:

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COO}^-] = 2,2387 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}] = 0,0184 - x = 0,0184 - 2,2387 \times 10^{-3} = 0,0162 \text{ M} \quad [0,2 \text{ p}]$$

Constant d'acidesa (K_a):

$$K_a = ([\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COO}^-]) / [\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}] \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$K_a = (2,2387 \cdot 10^{-3})^2 / (0,0162)$$

$$K_a = 3,1 \cdot 10^{-4} \quad [0,2 \text{ p}]$$

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

Pregunta 4b

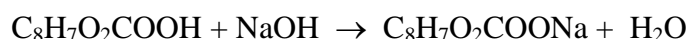
Formulació. Hidròxid de sodi: NaOH

[– 0,5 p si no formulen bé]

Reacció de valoració: $\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

[0,3 p]

- *També és correcte si escriuen:*



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

$$\text{NaOH} \quad V = 14,2 \text{ mL} = 0,0142 \text{ L}$$

$$(0,0142 \text{ L}) \times (0,0250 \text{ mol / L}) = 0,000355 \text{ mol NaOH}$$

mol de NaOH gastats = mol inicials de $\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}$

$$\Rightarrow 0,000355 \text{ mol de } \text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}$$

[0,3 p]

Transformem els mols d'àcid acetilsalicílic a grams:

$$0,000355 \text{ mol } \text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH} \times (180 \text{ g } \text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH} / 1 \text{ mol } \text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}) = 0,0639 \text{ g } \text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}$$

[0,1 p]

Volum de solució d'àcid acetilsalicílic = 25 mL = 0,025 L

Concentració de $\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH} = (0,0639 \text{ g}) / (0,025 \text{ L})$

$$\Rightarrow \text{Concentració d'àcid acetilsalicílic} = 2,56 \text{ g L}^{-1} \text{ (o g/L)}$$

[0,3 p]

- *És correcte si ho fan amb factors de conversió.*
- *És correcte si utilitzen la fórmula: $M \times V = M' \times V'$ (perquè l'estequiometria de la reacció és 1 a 1).*
- *Si no indiquen les unitats de la concentració d'àcid acetilsalicílic (o són incorrectes) es penalitzarà 0,1 p.*

Pregunta 5a

Reacció: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{l}) + 2 \text{CO}_2 (\text{g})$

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

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = [(2 \times \Delta H^\circ_{\text{f, etanol}}) + (2 \times \Delta H^\circ_{\text{f, diòxid de carboni}})] - (1 \times \Delta H^\circ_{\text{f, glucosa}})$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = [(2 \times (-277,0)) + (2 \times (-393,5))] - [1 \times (-1274,5)] \quad [0,3 \text{ p}]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = \mathbf{-66,5 \text{ kJ}} \quad (\text{ó } -66,5 \text{ kJ/mol de glucosa}) \quad [0,3 \text{ p}]$$

A pressió constant $\Rightarrow q_p = \Delta H^\circ_{\text{reacció}}$ (on q_p és la calor a pressió constant)

Un mol de glucosa proporciona a l'organisme 66,5 kJ d'energia en forma de calor. [0,2 p]

Pregunta 5b

Si la reacció es realitza a volum constant $\Rightarrow q_v = \Delta E$ [0,2 p]

on: q_v és la calor a volum constant
 ΔE és la variació d'energia interna de la reacció

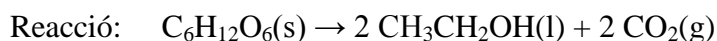
Relació entre l'entalpia i l'energia interna d'una reacció:

$$\Delta H = \Delta E + \Delta v R T \quad [0,3 p]$$

$$\Rightarrow \Delta E = \Delta H - \Delta v R T$$

$$\Rightarrow q_v = q_p - \Delta v R T$$

on Δv és la diferència dels coeficients estequiomètrics dels productes i dels reactius gasosos



$$\Delta v = (0 + 2) - (0) = 2 \text{ (positiu !)} \quad [0,2 p]$$

Raonament per decidir si q_v és més gran o més petit que q_p

$$\text{En l'equació: } q_v = q_p - \Delta v R T = q_p - 2 R T$$

$$\Rightarrow q_p < 0 \text{ (la reacció, a pressió constant, proporciona calor a l'organisme)}$$

$$\Rightarrow -2 R T < 0 \quad (R \text{ i } T \text{ sempre són positius)}$$

$$\text{Per tant: } q_v < q_p$$

$$\text{Però les dues calors } (q_p \text{ i } q_v) \text{ són negatives (s'allibera calor)} \Rightarrow |q_v| > |q_p|$$

La calor que proporciona la reacció de la glucosa per a formar etanol és superior a volum constant que a pressió constant. [0,3 p]

Pregunta 6a

L'equació de la velocitat de la reacció es pot escriure: $v = k [\text{NO}]^a \cdot [\text{Cl}_2]^b$
on "a" i "b" són els ordres de reacció parcials respecte al monòxid de nitrogen i el clor, respectivament.

En els dos primers experiments, en els quals la concentració de NO es manté constant, en **doblar** la concentració de Cl_2 també **es duplica** la velocitat.

⇒ Per tant, la **reacció serà d'ordre 1 respecte al Cl_2** ($b=1$) [0,3 p]

En els experiments primer i tercer, en els quals la concentració de Cl_2 es manté constant, en **doblar** la concentració de NO **es quadruplica** la velocitat de la reacció.

⇒ Per tant, **la reacció serà d'ordre 2 respecte al NO** ($a=2$) [0,3 p]

L'equació de velocitat de la reacció serà: $v = k [\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]$ [0,1 p]

Agafant la velocitat inicial de la reacció i les concentracions inicials de cada reactiu en un experiment (el primer, per exemple) tenim:

Experiment 1:

$$2,27 \cdot 10^{-5} = k \cdot (0,0125)^2 \cdot 0,0255$$
$$k = 2,27 \cdot 10^{-5} / (3,984 \cdot 10^{-6})$$

$$k = 5,70 \text{ mol}^{-2} \text{ L}^2 \text{ s}^{-1}$$
 [0,3 p]

- Si no indiquen unitats (o són errònies) es penalitza 0,2 p.

Pregunta 6b

Model cinètic de col·lisions [0,4 p]

Segons aquest model cinètic, la velocitat d'una reacció és proporcional al nombre de xocs entre les molècules de reactius per unitat de volum i temps. Perquè aquests xocs siguin eficaços cal que les molècules tinguin prou energia cinètica per aconseguir que es trenquin enllaços i/o que se'n formin de nous.

Efecte de la temperatura [0,3 p]

Un augment de la temperatura implica que tindrem més molècules amb una energia cinètica mínima per fer xocs efectius (és a dir, més proporció de xocs efectius) i, per tant, augmentarà la velocitat de la reacció.

Efecte del volum [0,3 p]

En augmentar el volum la probabilitat de xocar les molècules disminueix i, per tant, disminueix la velocitat de la reacció.

Pregunta 7a

El punt de fusió ens indica la temperatura on coexisteixen en equilibri la fase sòlida i líquida del brom, a pressió atmosfèrica (1 atm). [0,3 p]

El punt triple correspon a unes condicions de pressió i temperatura en què coexisteixen en equilibri les tres fases del brom: brom sòlid, brom líquid i brom gasós. [0,3 p]

En un recipient tenim brom a 20 °C i 1 atm: el brom es troba en fase líquida. Si anem disminuint la pressió, mantenint la temperatura, arribarà un moment en què el brom líquid comença a transformar-se en brom gasós. [0,2 p]

Justificació:

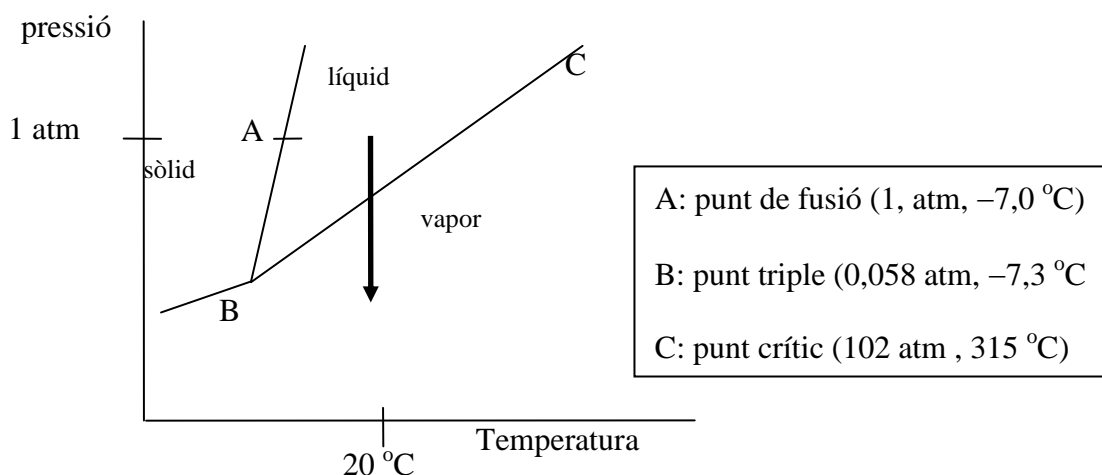
[0,2 p]

Raonament 1:

L'equilibri "líquid - vapor" ve donat per la línia que uneix el punt triple i el punt crític. A 20 °C i 1 atm el brom està en estat líquid: ens trobem en un punt per sobre del punt triple i per sota del punt crític. En disminuir la pressió, mantenint la temperatura, arribarem al punt d'equilibri líquid – vapor, i el brom es transforma en vapor (gas).

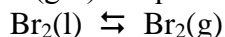
Raonament 2

Es pot fer un dibuix esquemàtic del diagrama de fases, on es visualitzi el procés .



Pregunta 7b

La temperatura d'ebullició del brom correspon a la **temperatura d'equilibri** entre els estats líquid i vapor (gas) d'aquest compost.



La variació d'energia lliure d'una reacció es pot posar en funció de l'entalpia i l'entropia:

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S \quad [0,2 \text{ p}]$$

Aquest procés estarà en equilibri si: $\Delta G = 0$. [0,2 p]

Calculem la variació d'entropia:

$$\Delta S = (\sum n_p S_p) - (\sum n_r S_r)$$

$$\Delta S = (S_{\text{brom gas}}) - (S_{\text{brom líquid}}) =$$

$$\Delta S = (245,4) - (152,2) = 93,2 \text{ J / K} \quad [0,2 \text{ p}]$$

Homogeneïtzem les unitats de l'entalpia i l'entropia:

$$\Delta H = 30,91 \text{ kJ} = 30910 \text{ J}$$

$$\Delta S = 93,2 \text{ J / K}$$

Substituïm l'entalpia i entropia del brom en l'equació del càlcul de l'energia lliure, i igualem a zero (condició d'equilibri):

$$0 = \Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

$$0 = 30910 - (T \times 93,2)$$

$$\Rightarrow T = 331,7 \text{ K}$$

$$\Rightarrow \text{La temperatura d'ebullició del brom és } 331,7 \text{ K} \quad [0,3 \text{ p}]$$

Calculem la temperatura d'ebullició en graus centígrads:

$$T = 331,7 - 273 \Rightarrow T = 58,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \text{La temperatura d'ebullició del brom és } 58,7 \text{ }^\circ\text{C} \quad [0,1 \text{ p}]$$

- *És correcte (més exacte) si per a calcular la temperatura en $^\circ\text{C}$ ho fa restant el valor de 273,15 a la temperatura en K ($T = 331,7 - 273,15 = 58,55 \text{ }^\circ\text{C}$).*
- *Si no transformen les unitats de kJ a J (o a l'inrevés), es penalitzen 0,3 p.*

SÈRIE 4

L'alumne ha de respondre 5 preguntes. Obligatòriament ha de respondre la 1, 2 i 3 i escull una entre la 4 i la 5 i escull 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).

Pregunta 1a

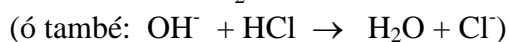
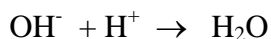
Formulació. Àcid clorhídric: HCl

[– 0,5 p si no formulen bé]

Reacció de valoració: $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

[0,3 p]

- *També és correcte si escriuen:*

Càlcul de la concentració de NaOH.HCl gastat $V = 41,5 \text{ mL} = 0,0415 \text{ L}$ $(0,0415 \text{ L HCl}) \times (0,902 \text{ mol HCl} / \text{L HCl}) = 0,037433 \text{ mol HCl}$

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

mol de HCl gastats = mol inicials de NaOH

 $\Rightarrow 0,037433 \text{ mol inicials de NaOH}$

[0,3 p]

Transformem els mols de NaOH a grams:

Massa molar NaOH = $24 + 16 + 1 = 40 \text{ g/mol}$ $0,037433 \text{ mol NaOH} \times (40 \text{ g NaOH} / 1 \text{ mol NaOH}) = 1,49732 \text{ g NaOH}$ Volum que hem valorat de desembussador comercial = $5 \text{ mL} = 0,005 \text{ L}$ Concentració de NaOH = $(1,49732 \text{ g}) / (0,005 \text{ L})$ **Concentració de NaOH = 299,5 g/L**

[0,4 p]

- *És correcte si ho fan amb factors de conversió.*
- *És correcte si utilitzen la fórmula: $M \times V = M' \times V'$, perquè l'estequiometria de la reacció és 1 a 1.*

Pregunta 1b

Material i reactius per a dur a terme la valoració:

[0,4 p]

(a part de la mostra –desembussador- i la solució d'HCl 0,902 M).

- ✓ Bureta, amb un peu i pinça per subjectar-la.
- ✓ Pipeta aforada de 5 mL, amb pera d'aspiració.
- ✓ Erlenmeyer (o vas de precipitats).
- ✓ Indicador àcid – base.

- Es penalitzarà 0,1 p per cada un dels ítems que no hagin posat.

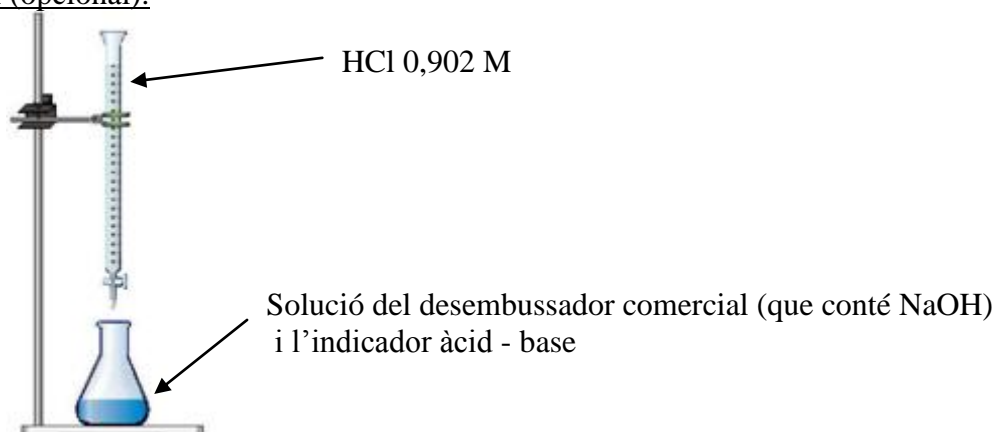
Procediment per a dur a terme la valoració.

[0,6 p]

- ✓ S'omple la bureta amb la solució de HCl 0,902 M, evitant que es formin bombolles d'aire dins de la bureta.
- ✓ S'enrasa el volum de HCl de la bureta (a zero o a un altre volum).
- ✓ Amb la pipeta aforada (i la pera) agafem 5,0 mL del desembussador comercial i els transvasem a l'ermeneyer (o vas de precipitats). Es pot afegir una mica d'aigua destil·lada per rentar les parets de l'ermeneyer.
- ✓ Afegim 2-3 gotes de l'indicador àcid-base a l'ermeneyer.
- ✓ Obrim la clau de la bureta i anem afegint HCl, tot agitant contínuament l'ermeneyer, fins observar un canvi de color de la solució.
- ✓ Tanquem la clau de la bureta i anotem el volum consumit de HCl gastat.

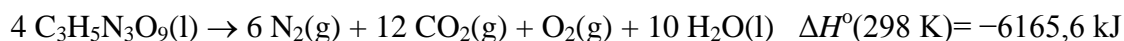
- Es penalitzarà 0,1 p per cada un dels ítems que no hagin posat.

Dibuix (opcional):



Pregunta 2a

Reacció:



Dades.

$$\text{Massa de C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 = 0,60 \text{ mg} = 6,0 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$\text{Variació d'entalpia de la reacció (tal com està igualada)} = -6165,6 \text{ kJ}$$

Càlcul del volum d'oxigen

$$\text{Massa molar de C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 = (12 \times 3) + (1 \times 5) + (14 \times 3) + (16 \times 9) = 227 \text{ g/mol}$$

Calculem els mol d'oxigen:

$$6,0 \times 10^{-4} \text{ g C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 \times (1 \text{ mol C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 / 227 \text{ g C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9) \times (1 \text{ mol O}_2 / 4 \text{ mol C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9) = 6,607 \times 10^{-7} \text{ mol O}_2 \quad [0,2 \text{ p}]$$

Apliquem l'equació dels gasos ideals per calcular el volum d'oxigen:

$$p V = n R T \Rightarrow V = (n R T) / p$$

Dades:

$$p = 1,0 \text{ bar}$$

$$R = 8,3 \times 10^{-2} \text{ bar L / K mol}$$

$$T = 298 \text{ K}$$

$$n (\text{O}_2) = 6,607 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

$$V = (6,607 \times 10^{-7} \times 8,3 \times 10^{-2} \times 298) / 1,0$$

$$\Rightarrow V = 1,63 \times 10^{-5} \text{ L d'oxigen} \quad [0,3 \text{ p}]$$

Càlcul de la calor alliberada:

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

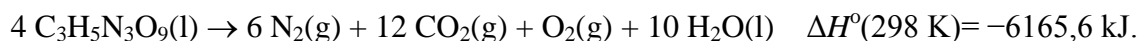
$$6,0 \times 10^{-4} \text{ g C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 \times (1 \text{ mol C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 / 227 \text{ g C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9) \times (-6165,6 \text{ kJ} / 4 \text{ mol C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9) = -4,03 \times 10^{-3} \text{ kJ} \quad (\text{ó } 4,03 \text{ J})$$

$$\Rightarrow \text{Calor alliberada} = 4,03 \times 10^{-3} \text{ kJ} \quad (\text{ó } 4,03 \text{ J}) \quad [0,3 \text{ p}]$$

- Es correcte si el resultat l'expressen com $-4,03 \times 10^{-3} \text{ kJ}$ (o $-4,03 \text{ J}$)

Pregunta 2b

Reacció:



Relació entre l'entalpia de la reacció i les entalpies de formació de reactius i productes:

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = (\sum n_p \Delta H^\circ_{\text{f, productes}}) - \sum n_r \Delta H^\circ_{\text{f, reactius}}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = [(6 \Delta H^\circ_{\text{f}}(\text{N}_2)) + (12 \Delta H^\circ_{\text{f}}(\text{CO}_2)) + (1 \Delta H^\circ_{\text{f}}(\text{O}_2)) + (10 \Delta H^\circ_{\text{f}}(\text{H}_2\text{O}))] - [4 \Delta H^\circ_{\text{f}}(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9)]$$

[0,3 p]

Les entalpies de formació estàndard del nitrogen i de l'oxigen són zero.

$$-6165,6 = [(12 \times (-393,5)) + (10 \times (-285,8))] - [4 \times \Delta H^\circ_{\text{f}}(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9)]$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_{\text{f}}(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9) = -353,6 \text{ kJ/mol}$$

[0,7 p]

- Si no indiquen les unitats de la entalpia de reacció (o són incorrectes) es penalitzarà 0,2 p. Cal indicar que l'entalpia de formació s'expressa sempre per mol (J/mol ó kJ/mol).

Pregunta 3a

Procés: $\text{Xe(g)} \rightarrow \text{Xe}^+(\text{g}) + 1 \text{ e}^-$

Radiació per arrancar un electró de l'àtom de Xe: $\lambda = 1,020 \times 10^{-6} \text{ m}$

Càlcul de la freqüència de la radiació:

$$\nu = c / \lambda \quad [0,1 \text{ p}]$$

$$\nu = 3,0 \times 10^8 / 1,020 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow \nu = \mathbf{2,94 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}} \quad (\text{ó } 2,94 \times 10^{14} \text{ Hz}) \quad [0,2 \text{ p}]$$

La primera energia d'ionització d'un àtom és l'energia per arrancar un electró a l'àtom en estat gasós.

$$\text{Equació de Planck: } E = h \nu \quad \text{on } \nu \text{ és la freqüència} \quad [0,1 \text{ p}]$$

$$E = 6,63 \times 10^{-34} \times 2,94 \times 10^{14}$$

$$E = 1,949 \times 10^{-19} \text{ J / àtom Xe} \quad [0,2 \text{ p}]$$

Cal passar aquesta energia de J / àtom Xe a kJ / mol Xe:

$$(1,949 \times 10^{-19} \text{ J / àtom Xe}) \times (1 \text{ kJ} / 1000 \text{ J}) \times (6,02 \cdot 10^{23} \text{ àtom Xe} / 1 \text{ mol Xe}) = \\ = 117,3 \text{ kJ / mol Xe}$$

$$\Rightarrow \mathbf{\text{Primera energia d'ionització del Xe} = 117,3 \text{ kJ / mol}} \quad [0,4 \text{ p}]$$

Pregunta 3bDades: $Z(\text{Cs}) = 55$ $Z(\text{Xe}) = 54$ Configuracions electròniques dels dos elements:Cs: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, 6s^1$ Xe: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6$ **[0,2 p]**Comparació dels radis

Segons la configuració electrònica dels dos elements, l'electró més extern del cesi està en un orbital amb $n=6$ mentre que el xenó està en un orbital amb $n=5$. El radi d'un orbital augmenta sempre amb el valor del nombre quàntic principal n .

El cesi (Cs) té un radi atòmic més gran que xenó (Xe)

Radi (Cs) > radi (Xe)**[0,4 p]**

- Si la justificació del radi es fa només en base a la posició dels elements Cs i Xe a la taula periòdica, es penalitzarà 0,2 p (sobre 0,4 p)
- Si no fan cap justificació, o és totalment incorrecte, es penalitzen 0,4 p.

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

Opcional: $A(g) \rightarrow A^+(g) + 1 e^-$ (primera energia d'ionització)

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 xenó més petit que el de cesi, costarà més arrencar un electró de l'orbital 5p del xenó que de l'orbital 6s del cesi.

⇒ Per tant, **la energia d'ionització del xenó serà més gran que la del cesi.**

Energia ionització (Xe) > Energia ionització (Cs)**[0,4 p]**

- Si la justificació de la energia d'ionització es fa només en base a la posició dels elements Cs i Xe a la taula periòdica es penalitzarà 0,2 p (sobre 0,4 p)

Pregunta 4a

Reacció: $2 \text{ NO (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2 \text{ NO}_2 \text{ (g)}$ K_p (a 430 °C) = $1,5 \times 10^5$

Dades de les pressions parcials:

$$p(\text{NO}) = 2,1 \times 10^{-3} \text{ bar}$$

$$p(\text{O}_2) = 1,1 \times 10^{-2} \text{ bar}$$

$$p(\text{NO}_2) = 1,40 \times 10^{-1} \text{ bar}$$

Calculem el valor de Q_p amb les dades que ens donen de les pressions parcials:

$$Q_p = \frac{[p(\text{NO}_2)]^2}{[p(\text{NO})]^2 [p(\text{O}_2)]} \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$Q_p = \frac{(1,40 \times 10^{-1})^2}{[(2,1 \times 10^{-3})^2 (1,1 \times 10^{-2})]}$$

$$Q_p = 4,0 \times 10^5 \quad [0,2 \text{ p}]$$

Comparem Q_p i K_p :

$$Q_p \neq K_p \Rightarrow \text{La reacció no està en equilibri} \quad [0,2 \text{ p}]$$

Desplaçament de l'equilibri:

Si comparem la Q_p amb la K_p veiem que: $Q_p > K_p$

\Rightarrow La reacció s'ha de desplaçar cap a la formació de reactius (esquerra).

D'aquesta manera la pressió parcial dels reactius (NO i O_2) augmentaran i la del producte (NO_2) disminuirà, aconseguint que la Q_p disminueixi fins a tenir el valor de K_p i arribant a un nou equilibri.

\Rightarrow Quan la reacció assoleix l'equilibri, la pressió parcial del NO_2 serà més baixa.

[0,4 p]

Pregunta 4b**Reacció exotèrmica o endotèrmica?****[0,5 p]**

Una reacció és exotèrmica quan desprèn calor en la reacció de formació dels productes, i és endotèrmica quan n'absorbeix.

Analitzant les dades de la taula, observem que a mesura que la temperatura augmenta (subministrem més calor) la constant d'equilibri, K_p , disminueix; això ens indica que la reacció a temperatura altes està menys desplaçada cap a la formació de productes (o més desplaçada cap als reactius).

Això vol dir que en subministrar calor la reacció s'està desplaçant cap a la formació de reactius (esquerra).

⇒ **Reacció exotèrmica**

És millor fer l'experiment en un reactor de 10 L o de 100 L?**[0,5 p]**

Si el volum augmenta (de 10 L a 100 L) estem disminuint la pressió. Una disminució de pressió del sistema desplaça l'equilibri cap a la on hi ha més mols de gasos (coeficients estequiomètrics).

Mol de gasos:

Reactius = 2 + 1

Productes = 2

⇒ La reacció es desplaça cap als reactius

Per afavorir l'oxidació del NO a NO₂ (desplaçar la reacció cap als productes) és millor fer l'experiment en un recipient de menor volum (per augmentar la pressió)

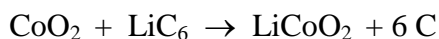
⇒ **Millor un recipient de 10 L**

Pregunta 5aElèctrodes (semireaccions en la pila)**[0,3 p]****Semireacció al càtode:** $\text{CoO}_2 + \text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{LiCoO}_2$ **Semireacció a l'ànode:** $\text{LiC}_6 \rightarrow 6 \text{C} + \text{Li}^+ + \text{e}^-$

Justificació:

En el càtode sempre té lloc la semireacció de reducció, és a dir, es guanyen electrons; en l'ànode té lloc la semireacció d'oxidació, és a dir, es perden electrons.

- Si no fan cap justificació, o és totalment incorrecte, es penalitzen 0,3 p.

Reacció global de la pilaSumem les dues semireaccions (simplifiquem e^- i Li^+)**[0,2 p]**Força electromotriu de la pila

Relació entre la variació d'energia lliure i la força electromotriu d'una pila:

$$\Rightarrow \Delta G = -n F E$$

[0,2 p]Dades: $\Delta G = -357 \text{ kJ} = -357000 \text{ J}$ $n = 1$ (un electró) $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C / mol}$

$$E = -\Delta G / n F = -(-357000) / (1 \times 9,65 \times 10^4)$$

$$E = 3,7 \text{ V}$$

 \Rightarrow La força electromotriu de la pila és 3,7 V**[0,3 p]**

- Si no indiquen les unitats de la força electromotriu, o són errònies, es penalitza 0,1 p.

Pregunta 5b

Procés electrolític (càrrega de la bateria)

Reacció en el càtode: $6 \text{ C} + \text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{LiC}_6$

Dades. $I = 0,50 \text{ A} = 0,50 \text{ C} / \text{s}$
 $F = 9,64 \times 10^4 \text{ C} / \text{mol}$
 $M(\text{LiC}_6) = (6,9) + (6 \times 12,0) = 78,9 \text{ g} / \text{mol}$

Transformació de les unitats de temps i càlcul de la massa molecular:

$$t = 2,5 \text{ h} \times (60 \text{ min} / 1 \text{ h}) \times (60 \text{ s} / 1 \text{ min}) = 9000 \text{ s}$$

$$M(\text{LiC}_6) = (6,9) + (6 \times 12,0) = 78,9 \text{ g} / \text{mol}$$

[0,1 p]

Càlcul de la massa de LiC_6 :

$$9000 \text{ s} \times (0,50 \text{ C} / \text{s}) \times (1 \text{ mol d'e}^- / 9,64 \times 10^4 \text{ C}) \times (1 \text{ mol LiC}_6 / 1 \text{ mol d'e}^-) \times (78,9 \text{ g LiC}_6 / 1 \text{ mol LiC}_6) = 3,68 \text{ g LiC}_6$$

\Rightarrow Massa que es formarà de $\text{LiC}_6 = 3,68 \text{ g}$

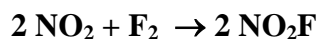
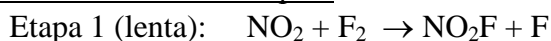
[0,9 p]

▪ *La puntuació per passos seria:*

- ✓ Càlcul de la càrrega (en C): 0,2 p
- ✓ Càlcul dels mol d'electrons: 0,2 p
- ✓ Càlcul dels mol de LiC_6 : 0,2 p
- ✓ Càlcul dels g de LiC_6 : 0,3 p

Pregunta 6aReacció global

Sumem les reaccions de les dues etapes:

**[0,2 p]**Ordre de reacció de l'etapa 1

Equació de velocitat: $v = k [\text{NO}_2]^m [\text{F}_2]^n$

on k és la constant de velocitat

i m i n són els ordres de reacció respecte el NO_2 i el F_2 , respectivament

Justificació:

La reacció de l'etapa 1 és una reacció elemental i això ens indica que els ordres d'aquesta reacció coincideixen amb els coeficients estequiomètrics.

[0,2 p]

\Rightarrow **Ordre de reacció respecte el $\text{NO}_2 = 1$ ($m=1$)**

\Rightarrow **Ordre de reacció respecte el $\text{F}_2 = 1$ ($n=1$)**

[0,2 p]Equació de velocitat de l'etapa 1

De l'equació de velocitat: $v = k [\text{NO}_2]^m [\text{F}_2]^n$, i els ordres de reacció deduïts:

$$\Rightarrow v = k [\text{NO}_2] [\text{F}_2]$$

[0,2 p]Unitats de la velocitat d'una reacció

\Rightarrow **Unitats de la velocitat són: $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$**

[0,2 p]

- *També és correcte si ho expressen com: mol/Ls , M/s o M s^{-1} .*
- *Es correcte si utilitzen qualsevol altra unitat de concentració i temps (per exemple $\text{g L}^{-1} \text{min}^{-1}$).*

Pregunta 6bConcepte d'energia d'activació**[0,5 p]***Cal explicar el concepte escollint només un dels dos models.***Segons el model de col·lisions:**

L'energia d'activació és l'energia cinètica mínima que ha de tenir una molècula per reaccionar quan xoca amb un altra.

Segons el model de l'estat de transició o complex activat:

L'energia d'activació és la diferència d'energia entre l'estat de transició i els reactius. La reacció només té lloc si les molècules adquireixen prou energia per formar l'estat de transició i travessar la barrera energètica.

Influència de la temperatura en la velocitat d'una reacció

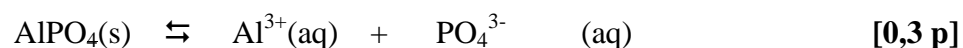
Un augment de temperatura de la reacció fa **augmentar la velocitat de la reacció**.

[0,1 p]*Raonaments: només cal que en proposin un***[0,4 p]****Segons el model de col·lisions:**

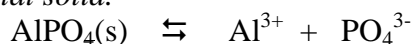
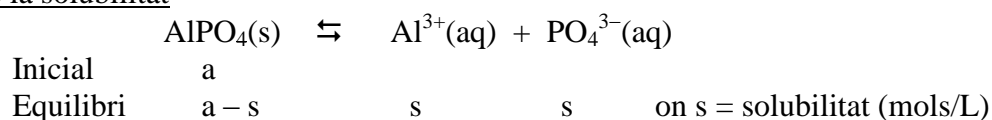
Un augment de temperatura provoca que hi hagi més molècules amb una energia cinètica mínima per xocar i reaccionar.

Segons el model de l'estat de transició o complex activat:

Un augment de temperatura fa que les molècules tinguin més energia per superar la barrera energètica que suposa l'energia d'activació (diferència d'energia entre reactius i estat de transició).

Pregunta 7aReacció d'equilibri de solubilitat:

- *Ho considerem correcte si no posen el subíndex “aq” (aquós), però és imprescindible que hi hagi el subíndex “s” en el fosfat d'alumini indicant que es troba en estat sòlid.*

Càlcul de la solubilitat

Expressió de la constant de solubilitat:

$$K_{\text{ps}} = [\text{Al}^{3+}] [\text{PO}_4^{3-}] \quad [0,2 \text{ p}]$$

Introduïm la solubilitat a l'expressió anterior:

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

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

$$\text{s} = (1,3 \times 10^{-20})^{1/2}$$

$$\Rightarrow \text{s (solubilitat)} = 1,14 \cdot 10^{-10} \text{ mol/L} \quad [0,3 \text{ p}]$$

- *Si no indiquen les unitats, o són errònies, es penalitzen 0,2 p.*

Pregunta 7b

Expressió de la constant de solubilitat: $K_{ps} = [Al^{3+}] [PO_4^{3-}]$

Dades: $[Al^{3+}] = 2,6 \times 10^{-15} \text{ M}$
 $K_{ps} (AlPO_4) = 1,3 \times 10^{-20}$

Calculem la concentració de PO_4^{3-} perquè amb la concentració en equilibri es compleixi la K_{ps} (tenim la solució saturada, en equilibri amb el precipitat):

$$K_{ps} = [Al^{3+}] [PO_4^{3-}] \Rightarrow [PO_4^{3-}] = K_{ps} / [Al^{3+}]$$

$$\Rightarrow [PO_4^{3-}] = (1,3 \times 10^{-20}) / (2,6 \times 10^{-15})$$

$$\Rightarrow [PO_4^{3-}] = \mathbf{5,0 \times 10^{-6} \text{ M}} \quad [0,5 \text{ p}]$$

Transformem aquesta concentració a mg / L:

Massa molecular del $PO_4^{3-} = (31,0) + (16,0 \times 4) = 95 \text{ g / mol}$

$$5,0 \times 10^{-6} \text{ mol } PO_4^{3-} / \text{L solució} \times (95 \text{ g } PO_4^{3-} / 1 \text{ mol } PO_4^{3-}) \times \\ \times (1000 \text{ g } PO_4^{3-} / 1 \text{ g } PO_4^{3-}) = \mathbf{0,475 \text{ mg / L de } PO_4^{3-}} \quad [0,2 \text{ p}]$$

Comparem aquest valor amb el valor del límit legal: $[PO_4^{3-}]_{\text{límit legal}} = 0,20 \text{ mg / L}$

$$\Rightarrow \mathbf{0,475 \text{ mg /L} > [PO_4^{3-}]_{\text{límit legal}}}$$

\Rightarrow L'aigua residual tractada no compleix les exigències legals per abocar-la a l'aquífer.

[0,3 p]