

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]

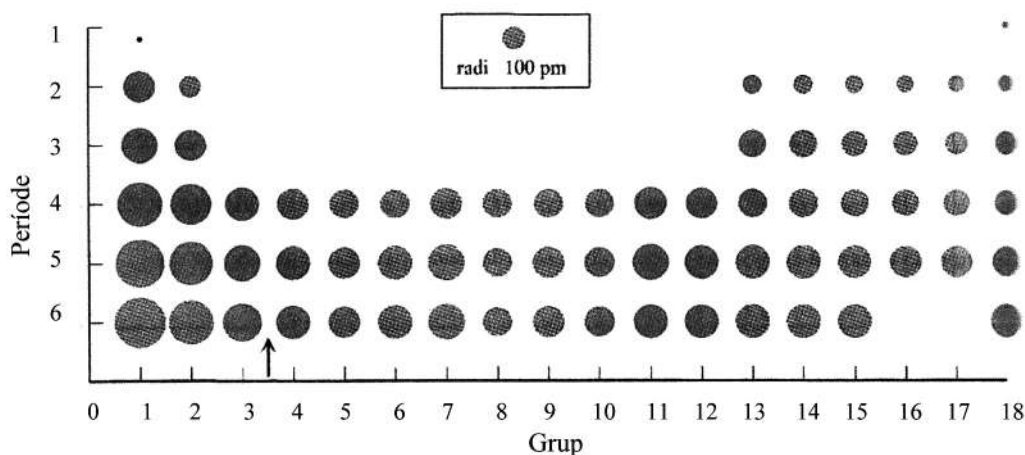
DADES: Supposeu que treballem en condicions estàndard i a 298 K.

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]

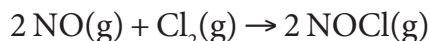
Compost	$CO_2(g)$	$C_6H_{12}O_6(s)$	$CH_3CH_2OH(l)$
Entalpia estàndard de formació, a 298 K (kJ mol^{-1})	-393,5	-1 274,5	-277,0

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

<i>Concentració inicial de NO (mol L⁻¹)</i>	<i>Concentració inicial de Cl₂ (mol L⁻¹)</i>	<i>Velocitat inicial de la reacció (mol L⁻¹ s⁻¹)</i>
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:

<i>Punt de fusió</i>	<i>Punt triple</i>	<i>Punt crític</i>
-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

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.

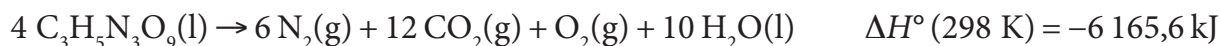
1. Amb el pas del temps, les canonades poden tenir problemes d'obturació a causa de residus que hi poden quedar adherits. Al mercat trobem diferents desembussadors comercials líquids, alguns dels quals són a base de NaOH. Per a determinar la concentració d'aquest compost en el producte comercial podem 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, $C_3H_5N_3O_9$, 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: $H = 1,0$; $C = 12,0$; $N = 14,0$; $O = 16,0$.

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:

$$\Delta H_f^\circ (CO_2, g) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ (H_2O, l) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

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]

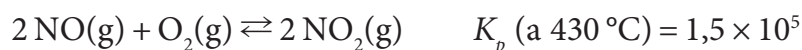
DADES: Nombres atòmics (Z): $Z(Xe) = 54$; $Z(Cs) = 55$.

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

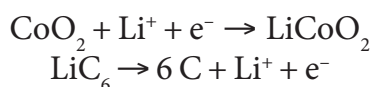
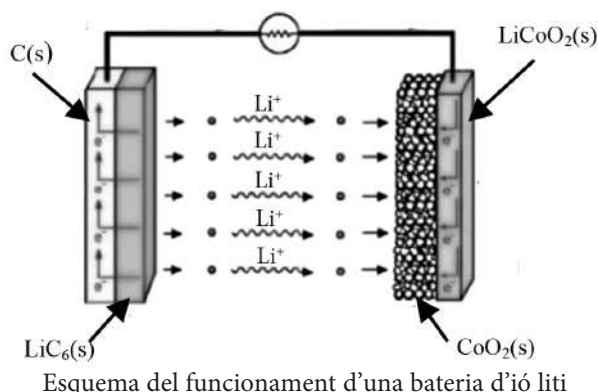
La reacció d'oxidació del NO a NO_2 és exotèrmica o endotèrmica? Per a afavorir l'oxidació del NO a NO_2 , a una temperatura determinada, és preferible fer l'experiment en un reactor tancat de 10 L o de 100 L? Justifiqueu les respostes.

[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^+ .

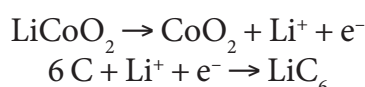
- a) Quan aquesta bateria funciona com una pila, les semireaccions que es produeixen en els elèctrodes són:



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:

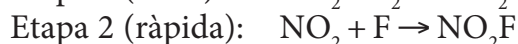


Calculeu la massa de LiC_6 que es formarà en un dels elèctrodes si carreguem la bateria durant 2,5 h i hi fem passar una intensitat de corrent de 0,50 A.

[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 aquífer 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'aquífer. 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