



Proves d'accés a la universitat

Química

Sèrie 2

| Qualificació | | TR |
|------------------------|---|----|
| Qüestions | 1 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| | 5 | |
| | 6 | |
| | 7 | |
| Suma de notes parcials | | |
| Qualificació final | | |

Etiqueta de l'alumne/a

Ubicació del tribunal

Número del tribunal

Etiqueta de qualificació

Etiqueta del corrector/a

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. En l'elaboració del vinagre es produeix àcid etanoic (anomenat habitualment *àcid acètic*) com a producte de la fermentació del vi per acció d'acetobàcters que combinen l'etanol del vi i l'oxigen de l'aire. El RD 661/2012, del 13 d'abril, estableix la norma per a l'elaboració i la comercialització del vinagre i fixa les concentracions mínimes d'àcid acètic:

- Vinagre de vi: mínim, 60 g/L.
- Altres vinagres: mínim, 50 g/L.

a) Escriviu la reacció de l'àcid acètic amb aigua. Digueu si un vinagre de vi pot tenir un pH de 3,0, i justifiqueu, quantitativament, la resposta.

[1,25 punts]

b) En valorar 5,0 mL d'un vinagre de poma amb una solució d'hidròxid de sodi 0,100 M necessitem 43,3 mL d'aquesta base per a arribar al punt final. Escriviu la reacció de valoració i indiqueu raonadament si aquest vinagre compleix la normativa legal.

[1,25 punts]

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

Constant d'acidesa de l'àcid acètic a 25 °C: $K_a = 1,78 \times 10^{-5}$.

NOTA: Supposeu que l'acidesa dels vinagres és deguda només a l'àcid acètic.

2. L'airbag (o coixí de seguretat) està considerat, en combinació amb el cinturó de seguretat, com un dels millors sistemes per a reduir les lesions ocasionades per un accident de trànsit. Quan un vehicle rep un fort impacte, l'azida de sodi (NaN_3) que porten els *airbags* es descompon ràpidament i forma nitrogen gasós, que omple el coixí i amorteix el cop dels ocupants.

a) L'azida de sodi es prepara comercialment a partir de la reacció entre el monòxid de dinitrogen i l'amidur de sodi segons l'equació química següent:



Quan reaccionen a pressió constant 4,0 mol de NaNH_2 amb un excés de N_2O , en condicions estàndard i a 298 K, s'absorbeixen 111,6 kJ d'energia en forma de calor. Calculeu l'entalpia estàndard de formació de l'azida de sodi a aquesta temperatura.

[1,25 punts]

b) En la bibliografia podem trobar les dades següents amb relació als canvis de fase del nitrogen (N_2):

| <i>Punt de fusió</i> | <i>Punt d'ebullició</i> | <i>Punt triple</i> |
|----------------------|-------------------------|----------------------|
| 1,00 atm 63,30 K | 1,00 atm 77,40 K | 0,123 atm 63,15 K |

Definiu el terme *punt triple* d'una substància. Feu un dibuix aproximat del diagrama de fases del nitrogen, marqueu-hi els tres punts que figuren a la taula i indiqueu-hi les zones en què el nitrogen es troba en fase sòlida, líquida i gasosa. Raoneu si podem sublimar el nitrogen a pressió atmosfèrica.

[1,25 punts]

DADES: Entalpies estàndard de formació a 298 K:

$$\Delta H_f^\circ (\text{N}_2\text{O}, \text{g}) = 82,0 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ (\text{NH}_3, \text{g}) = -46,1 \text{ kJ mol}^{-1};$$

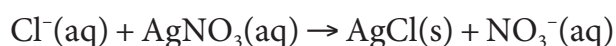
$$\Delta H_f^\circ (\text{NaNH}_2, \text{s}) = -123,7 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ (\text{NaOH}, \text{s}) = -425,2 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

3. La reacció en cadena de la polimerasa (coneguda com a *PCR*) és una tècnica de biologia molecular que consisteix a sintetitzar moltes vegades un fragment de DNA utilitzant una polimerasa (enzim) que pot treballar a temperatures elevades. Quan fem una reacció de PCR, barregem en un tub d'assaig diferents ingredients, com per exemple la polimerasa i el DNA de l'organisme que volem estudiar, i, a més, fixem un pH i una concentració d'ions Mg^{2+} perquè l'enzim treballi adequadament.

a) Suposem que en el tub on efectuem una PCR treballem amb una solució de $MgCl_2$ $5,0 \times 10^{-3} M$ i un pH fix de 8,3. Digueu, a partir dels càlculs necessaris, si en aquestes condicions precipita l'hidròxid de magnesi i justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

b) Per a determinar la puresa d'una mostra que conté $MgCl_2(s)$, podem efectuar una valoració de precipitació de l'ió clorur amb una solució de nitrat de plata:



Pesem 0,6255 g de mostra i la dissolem en aigua fins a obtenir 100,0 mL de solució. En valorar 10 mL d'aquesta solució, hem necessitat 8,3 mL de nitrat de plata 0,1550 M per a arribar al punt final de la valoració. Quina és la puresa de la mostra, expressada com a percentatge en massa de $MgCl_2$?

[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: $Mg = 24,3$; $Cl = 35,5$.

Producte de solubilitat de l'hidròxid de magnesi: $K_{ps} = 1,10 \times 10^{-12}$.

Constant d'ionització de l'aigua: $K_w = 1,00 \times 10^{-14}$.

4. L'hidrogen és un element abundant que generalment no es troba com a gas pur (H_2), sinó unit a l'oxigen (H_2O) o al carboni (CH_4). En un article publicat per la revista *Nature Chemistry*, experts en nanotecnologia de Stanford i Aarhus expliquen com es pot alliberar l'hidrogen de l'aigua a escala industrial mitjançant l'ús de l'electròlisi, substituint l'elèctrode tradicional de platí (càtode) per un elèctrode de carboni grafit modificat químicament.

a) Escriviu les semireaccions que tenen lloc a l'ànode i al càtode en l'electròlisi d'aigua lleugerament acidulada. Dibuixeu un esquema del muntatge experimental.

[1,25 punts]

b) Efectuem l'electròlisi de l'aigua durant vint hores emprant una intensitat de corrent de 3,0 A. Quina pressió exercirà l'hidrogen obtingut, si el considerem un gas ideal, en introduir-lo en un recipient de 0,10 L on la temperatura és de 200 K? Raoneu, mitjançant el model cineticomolecular dels gasos, per què la pressió real de l'hidrogen es desvia una mica d'aquest valor.

[1,25 punts]

DADES: Constant dels gasos ideals: $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.
Constant de Faraday: $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$.

5. Les propietats periòdiques dels elements químics són propietats fisicoquímiques que es repeteixen amb una certa regularitat en els grups i períodes de la taula periòdica dels elements. La raó d'aquesta regularitat té a veure amb la configuració electrònica de l'element. La taula següent recull algunes propietats de quatre elements químics:

| | S | Cl | K ⁺ | F ⁻ |
|--|-------|-------|----------------|----------------|
| Primera energia d'ionització (kJ mol ⁻¹) | 999,5 | 1 251 | | |
| Radi iònic (Å) | | | 1,34 | 1,34 |

- a)** Per què la primera energia d'ionització del clor és més gran que la del sofre? El quocient de radis atòmics del potassi i el fluor (r_K/r_F) és superior a 1? Justifiqueu les respostes basant-vos en les configuracions electròniques i en el model atòmic de càrregues elèctriques.

[1,25 punts]

- b)** Justifiqueu per què podem ionitzar el clor atòmic si li fem arribar radiació ultravioletada (UV). La radiació visible no és capaç d'ionitzar el clor, però sí d'excitar-lo. Què succeeix en aquest procés d'excitació?

[1,25 punts]

DADES: Nombres atòmics: $Z(F) = 9$; $Z(S) = 16$; $Z(Cl) = 17$; $Z(K) = 19$.

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

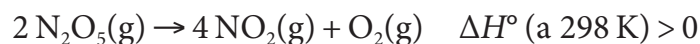
Velocitat de la llum en el buit: $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

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

Radiació ultravioletada (UV): longitud d'ona entre 15 nm i 400 nm.

1 m = 10^9 nm.

6. El pentaòxid de dinitrogen és un compost altament reactiu que pot donar lloc a diferents reaccions de descomposició en fase gasosa, com per exemple:



- a) Raoneu, qualitativament, si la variació d'entropia estàndard (ΔS°) de la reacció anterior, a 298 K, és positiva o negativa. Calculeu-ne el valor a partir de les dades de la taula termodinàmica següent:

| Substància | $\text{O}_2(\text{g})$ | $\text{NO}_2(\text{g})$ | $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ |
|---|------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Entropia estàndard absoluta (S°) ($\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$) | 205,0 | 240,1 | 355,7 |

Digueu si la reacció de descomposició del N_2O_5 en NO_2 i O_2 és espontània a temperatures altes o baixes, i justifiqueu, qualitativament, la resposta. Supposeu que els valors d'entalpia i d'entropia estàndard no varien amb la temperatura.

[1,25 punts]

- b) En estudiar la cinètica de descomposició del N_2O_5 en NO_2 i O_2 , a la temperatura de 298 K, hem obtingut les dades experimentals següents:

| | | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| $[\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})]$ (mol L^{-1}) | $5,00 \times 10^{-2}$ | $3,00 \times 10^{-2}$ |
| Velocitat de reacció ($\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$) | $8,5 \times 10^{-5}$ | $5,1 \times 10^{-5}$ |

Determineu l'ordre de reacció, i calculeu el valor de la constant de velocitat. Raoneu, a partir d'un model cinètic, quin efecte té sobre la velocitat de reacció l'addició d'un catalitzador.

[1,25 punts]

7. El clor és un dels elements més utilitzats en la nostra societat i forma part de molts productes que fem servir en la vida quotidiana. És utilitzat directament com a agent desinfectant i blanquejant, i també com a matèria primera en la producció de polímers com el PVC. En el procés Deacon, el clor s'obté industrialment per oxidació de l'àcid clorhídric segons la reacció química següent:



Introduïm 32,85 g de HCl i 38,40 g de O₂ en un reactor tancat de 10 L en el qual prèviament hem fet el buit. Escalfem la barreja de reacció a 390 °C, i quan s'assoleix l'equilibri observem que hem obtingut 28,40 g de Cl₂.

- a)** Calculeu la constant d'equilibri en concentracions (K_c) de la reacció, a 390 °C.

[1,25 punts]

- b)** Raoneu com es veurien afectats el rendiment de la reacció i la constant d'equilibri en concentracions (K_c) si:

- disminuïm el volum del recipient;
- augmentem la massa inicial de O₂;
- augmentem la temperatura;
- afegim un catalitzador.

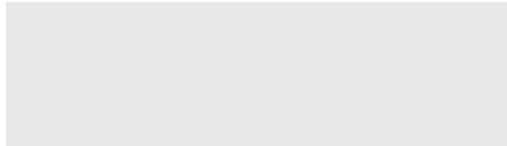
[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; O = 16,0; Cl = 35,5.

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Etiqueta de l'alumne/a



Institut
d'Estudis
Catalans



Proves d'accés a la universitat

Química

Sèrie 5

| Qualificació | | TR |
|------------------------|---|----|
| Qüestions | 1 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| | 5 | |
| | 6 | |
| | 7 | |
| Suma de notes parcials | | |
| Qualificació final | | |

Etiqueta de l'alumne/a

Ubicació del tribunal

Número del tribunal

Etiqueta de qualificació

Etiqueta del corrector/a

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. Els gavarrons o grataculs són els fruits del roser boscà. El color vermell del fruit madur és degut a la presència d'antocianines, que absorbeixen la radiació verda de la llum blanca que li arriba i transmeten el color vermell complementari.

a) D'acord amb la taula de l'espectre electromagnètic visible següent, calculeu el rang de freqüència i el rang d'energia en què observem l'absorció de les antocianines.

| <i>Color de la llum absorbida</i> | <i>Rang de longituds d'ona</i> |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| vermell | 618-780 nm |
| taronja | 581-618 nm |
| groc | 570-581 nm |
| verd | 497-570 nm |
| cian | 476-497 nm |
| blau | 427-476 nm |
| violat | 380-427 nm |

[1,25 punts]

b) Expliqueu quin és el fenomen espectroscòpic en què es diferencien les tècniques d'IR i UV-Vis.

L'espectre visible es troba entre l'infraroig i l'ultraviolat. Ordeneu els tres rangs espectrals per ordre creixent d'energia.

[1,25 punts]

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

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

2. Els halurs de plata precipitats en forma de cristalls molt fins s'utilitzen en plaques i pel·lícules fotogràfiques, ja que són molt sensibles a la llum.

Disposem de 100 mL d'una solució que conté els anions clorur, bromur i iodur, cadascun en la mateixa concentració 0,1 M. Hi afegim una solució molt concentrada de catió plata, d'una manera lenta i amb agitació contínua. Les sals d'halur de plata, que són el clorur de plata, el bromur de plata i el iodur de plata, tenen molt baixa solubilitat i precipiten a mesura que augmenta la concentració del catió.

- a) Calculeu a quina concentració del catió plata comencen a precipitar les tres sals d'halur de plata. Justifiqueu l'ordre de precipitació de les tres sals.

[1,25 punts]

- b) Com es veurà afectat l'equilibri de solubilitat de les tres sals si hi afegim una solució molt concentrada de clorur de sodi després de l'addició del catió plata?

[1,25 punts]

DADES: Productes de solubilitat: $K_{ps}(\text{clorur de plata}) = 1,8 \times 10^{-10}$;

$K_{ps}(\text{bromur de plata}) = 7,7 \times 10^{-13}$; $K_{ps}(\text{iodur de plata}) = 8,3 \times 10^{-17}$.

NOTA: Considereu negligible l'augment de volum en afegir la solució del catió.

3. Una estratègia per a reduir despeses en la fabricació de joies consisteix a dipositar un bany d'or sobre metalls més econòmics mitjançant l'electròlisi a partir d'una sal d'or en estat d'oxidació +3. D'aquesta manera, la joia sembla d'or però només està recoberta per una capa molt fina del metall preciós.

a) Suposant que un elèctrode és la joia i l'altre és una barra d'or metàl·lic, identifiqueu i justifiqueu l'ànode i el càtode, les seves polaritats i les reaccions que tenen lloc en el procés electrolític. Dibuixeu la cèl·lula electrolítica i identifiqueu-ne les parts.

[1,25 punts]

b) Determineu el rendiment d'aquesta cèl·lula si, quan fem passar un corrent de 2,5 A durant 7,5 min, només es dipositen 0,650 g d'or sobre la joia.

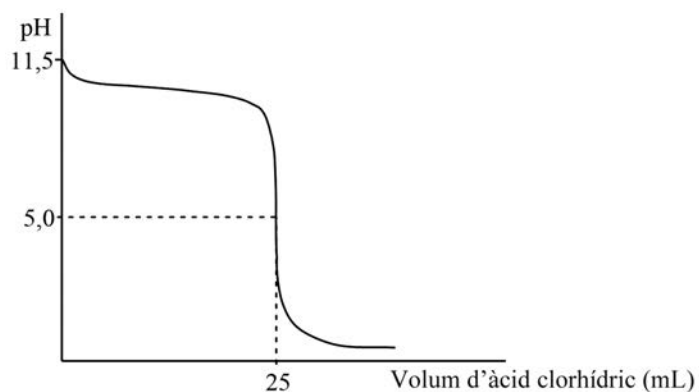
[1,25 punts]

DADES: Massa atòmica relativa: $Au = 197,0$.

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

4. La determinació de la concentració d'una solució d'amoníac es duu a terme mitjançant una valoració àcid-base emprant una solució àcida de concentració coneguda.

Es valoren 5 mL d'una solució d'amoníac amb una solució d'àcid clorhídric 0,1 M. La corba de valoració obtinguda es representa en la figura següent:



- a)** Descriviu el procediment experimental i el material necessari per a dur a terme la valoració. Calculeu la concentració de la solució d'amoníac.

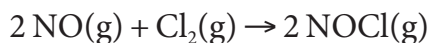
[1,25 punts]

- b)** Calculeu la concentració d'ions hidroxil a la solució inicial d'amoníac. Digueu si el pH del punt d'equivalència és àcid, neutre o bàsic, i justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

DADA: Constant d'ionització de l'aigua: $K_w = 1,00 \times 10^{-14}$.

5. El monòxid de nitrogen reacciona amb clor gasós a 100 °C per a obtenir clorur de nitrosil, que és un reactiu utilitzat en la síntesi de la caprolactama, emprada finalment per a l'obtenció del niló 6. La reacció d'obtenció de clorur de nitrosil a partir de clor i monòxid de nitrogen és la següent:



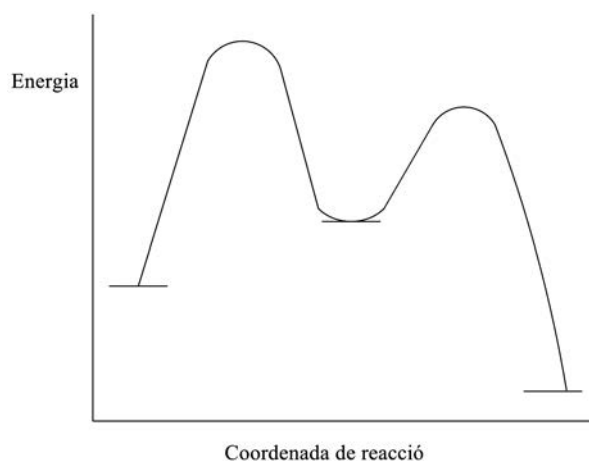
Duem a terme tres experiments a diferents concentracions per a determinar la velocitat inicial de la reacció de formació del clorur de nitrosil. Els resultats obtinguts són els següents:

| Experiment | Concentració inicial de NO (mol L^{-1}) | Concentració inicial de Cl ₂ (mol L^{-1}) | Velocitat inicial ($\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$) |
|------------|--|---|---|
| 1 | 0,0125 | 0,255 | $2,25 \times 10^{-5}$ |
| 2 | 0,0125 | 0,510 | $4,50 \times 10^{-5}$ |
| 3 | 0,0250 | 0,255 | $9,00 \times 10^{-5}$ |

- a) Determineu els ordres de reacció respecte al Cl₂ i respecte al NO. Escriviu l'equació de velocitat. Calculeu el valor de la constant de velocitat.

[1,25 punts]

- b) El diagrama d'energia d'una reacció amb dues etapes elementals presenta el perfil següent:

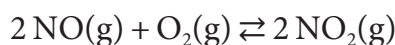


Marqueu en el diagrama les energies d'activació, els estats de transició (complex activat) i la variació de l'entalpia de la reacció global. La reacció global és endotèrmica o exotèrmica? Quina és l'etapa limitant de la velocitat de reacció? Justifiqueu les respostes.

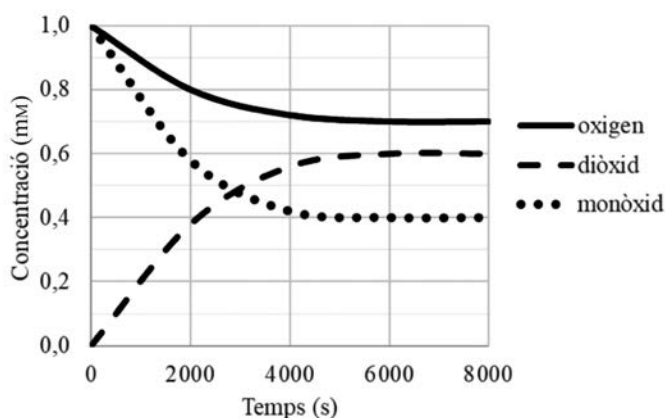
[1,25 punts]

6. Segons l'Organització Mundial de la Salut, hi ha grans ciutats del nostre país que superen els líndars permessos de gas NO_2 , establerts en $40 \mu\text{g m}^{-3}$ de mitjana anual, la qual cosa provoca diversos problemes de salut respiratòria. Aquest gas prové majorment de la conducció de vehicles amb combustible derivat del petroli.

La reacció de formació de NO_2 és un procés que arriba a l'equilibri d'acord amb l'equació química següent:



Per a determinar la constant d'equilibri de l'equació química anterior, vam fer un experiment en un recipient tancat i vam obtenir els resultats següents:



- a) Determineu el valor de les concentracions en l'equilibri de cada gas expressades en unitats de molaritat. Calculeu la constant d'equilibri en concentracions (K_c) de la reacció. Digueu si en algun moment la concentració de diòxid de nitrogen ha superat el líndar establert per l'Organització Mundial de la Salut, i justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

- b) Experimentalment, s'ha demostrat que el valor de la constant d'equilibri K_c disminueix en augmentar la temperatura. Raoneu si el procés és exotèrmic o endotèrmic. Determineu si es formarà més diòxid de nitrogen a l'estiu o a l'hivern.

[1,25 punts]

DADES: $1 \text{ mM} = 1 \times 10^{-3} \text{ M}$.

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

7. Les calderes de calefacció de condensació, a diferència de les convencionals, tenen més eficiència energètica. El combustible utilitzat principalment és el gas natural, format per una mescla d'hidrocarburs en què el metà és el component majoritari. La diferència entre les dues calderes és que en fer la combustió del metà en la caldera convencional obtenim aigua en estat de vapor, mentre que en la caldera de condensació obtenim aigua en estat líquid.

a) Sabem que la variació d'entalpia estàndard de la combustió d'un mol de metà per a donar vapor d'aigua és $-801,4 \text{ kJ mol}^{-1}$. Escriviu la reacció de combustió del metà en la caldera de condensació i calculeu la variació d'entalpia d'aquesta reacció. Justifiqueu numèricament quina té més eficiència energètica.

[1,25 punts]

b) Compareu la calor despresa a volum constant i a pressió constant de la caldera de condensació i raoneu-ho. Feu el mateix amb la caldera convencional.

[1,25 punts]

DADES: Entalpies estàndard de formació: $\Delta H_f^\circ (\text{CH}_4, \text{g}) = -74,8 \text{ kJ mol}^{-1}$;
 $\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2, \text{g}) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285,5 \text{ kJ mol}^{-1}$.
Constant universal dels gasos ideals: $R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

NOTA: Totes les dades són a 25°C .

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Etiqueta de l'alumne/a



Institut
d'Estudis
Catalans