

## Proves d'accés a la universitat

---

### Química

#### Sèrie 2

Espai per a la correcció

| Qualificació           |  |
|------------------------|--|
| Exercici 1             |  |
| Exercici 2             |  |
| Exercici 3             |  |
| Exercici 4             |  |
| Suma de notes parcials |  |
| Qualificació final     |  |

Espai per a la revisió

| Comprovació | 2a correcció |
|-------------|--------------|
|             |              |
|             |              |
|             |              |
|             |              |
|             |              |
|             |              |

Etiqueta de qualificació

Etiqueta de correcció

Etiqueta de l'estudiant

Ubicació del tribunal .....

Número del tribunal .....

L'examen consta de QUATRE exercicis obligatoris. Cada exercici val 2,5 punts. Feu els exercicis 1, 2 i 3, i responeu a TOTES les qüestions corresponents. A l'exercici 4, responeu a només DOS dels quatre apartats que s'hi plantegen. Si en contesteu més de dos, només es valoraran els dos primers.

Podeu utilitzar calculadora, però no es permet l'ús de calculadores o altres aparells capaços d'emmagatzemar dades o de transmetre o rebre informació.

Les respostes han de ser clares i han d'estar redactades de manera coherent i cohesionada, amb correcció gramatical, lèxica i ortogràfica.

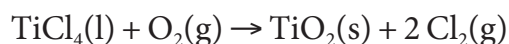
## Exercici 1

[2,5 punts en total]

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Puntuació total de l'exercici 1 |  |
|---------------------------------|--|

Els fotocatalitzadors són compostos capaços de promoure una reacció química quan són irradiats amb llum i s'apliquen en camps tan diversos com la degradació de contaminants, la producció d'hidrogen verd o la valorització de les emissions de CO<sub>2</sub>. Un dels fotocatalitzadors més populars utilitzat en algunes d'aquestes aplicacions és el diòxid de titani (TiO<sub>2</sub>), un semiconductor que absorbeix radiació ultraviolada (UV).

1.1. El TiO<sub>2</sub> es pot obtenir a partir de la reacció següent:



Calculeu la variació d'energia lliure de Gibbs estàndard d'aquesta reacció a 25 °C.

Indiqueu si es tracta d'un procés espontani en condicions estàndard a 25 °C, i determineu en quin interval de temperatures ho serà, si assumim que l'entalpia i l'entropia de la reacció no varien amb la temperatura.

[1,25 punts]

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Puntuació de l'apartat 1.1 |  |
|----------------------------|--|

1.2. Alguns dels contaminants que poden ser degradats mitjançant l'acció del diòxid de titani sota irradiació amb llum UV són el diclorometà (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), el dibromometà (CH<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>) o el tetracloroetè (C<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>).

Representeu les estructures de Lewis d'aquests tres compostos organohalogenats i predigueu quina serà la seva geometria segons la teoria de repulsió dels parells d'electrons de la capa de valència (RPECV). En el cas del tetracloroetè, digueu quina serà la geometria al voltant de cadascun dels àtoms de carboni de la molècula.

Expliqueu de manera justificada si el tetracloroetè és un compost polar o no.

[1,25 punts]

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Puntuació de l'apartat 1.2 |  |
|----------------------------|--|

DADES: Nombres atòmics: Z(H) = 1; Z(C) = 6; Z(Cl) = 17; Z(Br) = 35.

Electronegativitat segons l'escala de Pauling: H = 2,20; C = 2,55; Cl = 3,16; Br = 2,96.

| Substància                                                                                  | TiCl <sub>4</sub> (l) | O <sub>2</sub> (g) | TiO <sub>2</sub> (s) | Cl <sub>2</sub> (g) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| Entalpia estàndard de formació a 25 °C<br>$\Delta H_f^\circ \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}$   | -763,2                | 0,0                | -944,0               | 0,0                 |
| Entropia estàndard absoluta a 25 °C<br>$S^\circ \text{ (J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{)}$ | +353,2                | +205,0             | +51,0                | +223,0              |



## Exercici 2

[2,5 punts en total]

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Puntuació total de l'exercici 2 |  |
|---------------------------------|--|

Les persones amb deficiències de ferro i de vitamines, com els adolescents en creixement, les dones embarassades o els atletes, sovint han de prendre comprimits multivitamínics amb ferro i vitamines dels grups B i C per a ajudar a reduir el cansament i la fatiga, promoure la formació de glòbuls vermells i millorar el metabolisme. La determinació quantitativa de ferro en aquests comprimits es pot portar a terme mitjançant la reacció redox de l'ió  $\text{Fe}^{2+}$  amb una solució de  $\text{Ce}^{4+}$  de concentració coneguda.

- 2.1.** Escriviu la reacció redox entre els ions  $\text{Fe}^{2+}$  i  $\text{Ce}^{4+}$  i justifiqueu quin dels reactius és el reductor i quin és l'oxidant.

Determineu si aquesta reacció té lloc de forma espontània en condicions estàndard a 25 °C. Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Puntuació de l'apartat 2.1 |  |
|----------------------------|--|

- 2.2.** L'ió  $\text{Fe}^{2+}$  forma una sal insoluble amb l'anió sulfur, de manera anàloga al que passa amb altres ions de metalls de transició com els ions  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  o  $\text{Cu}^{2+}$ .

Calculeu la solubilitat del sulfur de ferro(II) en aigua a 25 °C.

Expliqueu de manera raonada si l'addició d'alguna de les següents sals solubles en aigua permetria augmentar la solubilitat del sulfur de ferro(II): a)  $\text{Na}_2\text{S}$  i b)  $\text{AgNO}_3$ .

[1,25 punts]

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Puntuació de l'apartat 2.2 |  |
|----------------------------|--|

DADES: Potencials estàndard de reducció a 25 °C:

$$E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V};$$

$$E^\circ(\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}) = 1,44 \text{ V}.$$

Productes de solubilitat a 25 °C:

$$K_{\text{ps}}(\text{FeS}) = 8,00 \times 10^{-19};$$

$$K_{\text{ps}}(\text{Ag}_2\text{S}) = 8,00 \times 10^{-51}.$$



### Exercici 3

[2,5 punts en total]

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Puntuació total de l'exercici 3 |  |
|---------------------------------|--|

L'acetat de sodi o etanoat de sodi ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) és un dels conservants alimentaris (etiquetat com a E 262) més utilitzats, ja que serveix per a regular l'acidesa, potenciar el sabor i allargar la vida útil dels aliments. Per aquests motius, és comú trobar-lo com a additiu en diverses salses culinàries. La determinació de la seva concentració en aquestes salses es pot dur a terme de manera directa mitjançant una valoració àcid-base.

**3.1.** Quan l'acetat de sodi es dissol en aigua, es comporta com un àcid o com una base? Escriuiu la reacció que justifica la vostra resposta.

Al laboratori es disposa de solucions patró d'àcid clorhídric i d'hidròxid de sodi de concentració coneguda (0,010 M), així com d'ataronjat de metil com a indicador àcid-base, amb un interval de viratge entre pH 3,1 i 4,0. Quina d'aquestes solucions patró utilitzaríeu per a determinar la concentració d'acetat de sodi en una salsa culinària? Justifiqueu la resposta.

Escriuiu la reacció de neutralització que es produeix en aquesta valoració àcid-base i expliqueu de manera raonada si el pH en el punt d'equivalència serà àcid, bàsic o neutre. Seria correcte utilitzar en la valoració l'ataronjat de metil com a indicador?

La valoració de 50 mL d'una salsa culinària consumeix 15,6 mL del patró corresponent. Calculeu la concentració d'acetat de sodi en aquesta salsa (en  $\text{g L}^{-1}$ ).

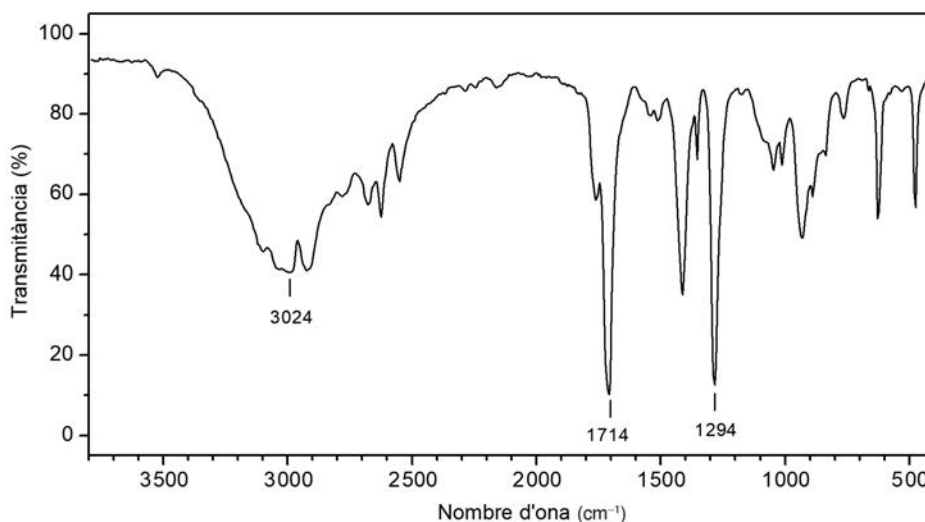
[1,25 punts]

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Puntuació de l'apartat 3.1 |  |
|----------------------------|--|

**3.2.** Al gràfic següent es mostra un espectre d'absorbància d'infraroig (IR).

Dels tres pics marcats a l'espectre, quin correspon al de més energia? Calculeu la freqüència, la longitud d'ona i l'energia corresponents a aquest pic.

Utilitzant les dades espectrals que es mostren, justifiqueu si l'espectre d'IR correspon a l'acetat de sodi o al seu producte de neutralització àcid-base.



[1,25 punts]

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Puntuació de l'apartat 3.2 |  |
|----------------------------|--|

DADES: Nombres atòmics:  $Z(\text{H}) = 1$ ;  $Z(\text{C}) = 6$ ;  $Z(\text{O}) = 8$ .

Masses atòmiques relatives:  $\text{H} = 1,0$ ;  $\text{C} = 12,0$ ;  $\text{O} = 16,0$ ;  $\text{Na} = 23,0$ ;  $\text{Cl} = 35,5$ .

Constant d'acidesa de l'àcid acètic a 25 °C:  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,78 \times 10^{-5}$ .

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

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

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .

| <i>Dades espectroscòpiques a la regió de l'infraroig</i> |                                                   |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <i>Enllaç</i>                                            | <i>Interval de nombre d'ona (cm<sup>-1</sup>)</i> |
| O—H (en grups àcid carboxílic)                           | 3 550-2 500                                       |
| C—H                                                      | 3 000-2 850                                       |
| C=O (en grups àcid carboxílic)                           | 1 800-1 650                                       |
| C=O (en grups àcid carboxílic desprotonats)              | 1 610-1 550                                       |

## Exercici 4

[2,5 punts en total]

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Puntuació total de l'exercici 4 |  |
|---------------------------------|--|

Responen només a DOS dels quatre apartats que es plantegen (4.1, 4.2, 4.3 i 4.4).

L'ús de fertilitzants químics és una pràctica habitual en l'agricultura moderna per a augmentar el rendiment dels conreus. Un dels més utilitzats és el nitrat d'amoni ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), que aporta nitrogen en dues formes que les plantes poden assimilar: l'ió amoni ( $\text{NH}_4^+$ ) i l'ió nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Aquest compost és molt soluble en aigua i, en dissoldre's, pot modificar el pH del sòl, i per tant, afectar la disponibilitat dels nutrients minerals.

Quan es dissol en aigua, el nitrat d'amoni es dissocia completament:



I l'ió amoni format es comporta com un àcid feble segons l'equilibri següent:



En els sòls agrícoles, el pH influeix fortament en la disponibilitat dels nutrients. Amb valors de pH baixos, els ions  $\text{Fe}^{2+}$  i  $\text{Mn}^{2+}$  es tornen més solubles, però el fòsfor (en forma de  $\text{PO}_4^{3-}$ ) queda retingut i esdevé menys accessible per a les plantes. D'altra banda, amb valors de pH alts passa el contrari: el ferro es torna insoluble i menys accessible per a les plantes, mentre que el fòsfor es troba més disponible.

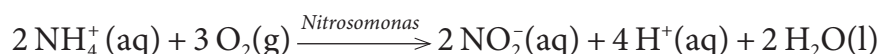
- 4.1.** Determineu les concentracions (en molaritat) de totes les espècies presents en equilibri (incloent-hi els ions  $\text{OH}^-$ ) en una mostra que conté 14,25 g de nitrat d'amoni dissolts en 100,0 mL d'aigua a  $25^\circ\text{C}$ .

Expliqueu de manera raonada si la solució resultant acidifica o alcalinitza el sòl i com això pot afectar la disponibilitat de ferro i de fòsfor per a les plantes.

[1,25 punts]

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Puntuació de l'apartat 4.1 |  |
|----------------------------|--|

- 4.2.** En els sòls agrícoles, l'ió amoni es pot oxidar fins a nitrat mitjançant l'acció de diversos microorganismes. Per exemple, els enzims dels bacteris del gènere *Nitrosomonas* inicien aquest procés catalitzant la formació de nitrit a partir d'amoni:



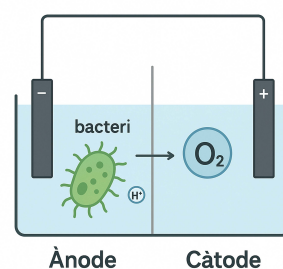
Aquesta reacció és lenta i la seva velocitat depèn de diversos factors ambientals. Expliqueu de manera justificada quin efecte tindran els factors següents sobre la velocitat d'aquesta reacció: a) un augment de la temperatura, en un interval que no afecti la proliferació ni l'estabilitat dels bacteris de tipus *Nitrosomonas*; b) un augment de la concentració d'oxigen en remoure el terreny amb un motocultor, i c) l'acidificació del medi, que redueix la població de bacteris del gènere *Nitrosomonas*.

[1,25 punts]

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Puntuació de l'apartat 4.2 |  |
|----------------------------|--|

- 4.3.** Els microorganismes que es troben a la terra també poden oxidar la matèria orgànica que els envolta, i aquest fenomen es pot utilitzar per a generar electricitat en les anomenades *bio-piles* (o *microbial fuel cells*). Tal com es mostra a la figura, en una biopila senzilla els bacteris del compartiment de l'ànode descomponen compostos orgànics presents al sòl i alliberen electrons i protons. Els electrons es dirigeixen cap al càtode a través d'un circuit extern, i generen corrent elèctric, mentre que els protons travessen una membrana fins al càtode, on reaccionen amb l'oxigen i formen aigua.

Escriu la semireacció que té lloc al càtode d'una biopila.



Si en una biopila s'obtenen 0,25 A de corrent de manera constant, calculeu quants grams d'oxigen es consumeixen al càtode en 1 h de funcionament.

[1,25 punts]

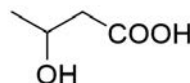
|                            |  |
|----------------------------|--|
| Puntuació de l'apartat 4.3 |  |
|----------------------------|--|

- 4.4. Quan les biopiles s'emmagatzemen sota terra, alguns fenòmens ambientals poden afectar-ne el rendiment i també poden condicionar l'estabilitat del corrent elèctric que subministren. Per aquest motiu, s'han de protegir amb una carcassa, que sovint es fa de polipropilè (o polipropè, PP) o d'un polièster biodegradable de tipus polihidroxialcanoat (PHA).

A partir de les estructures dels monòmers utilitzats per a la síntesi del PP (propilè o propè) i del PHA (àcid 3-hidroxibutanoic), dibuixeu les estructures d'aquests polímers.



Propilè



Àcid 3-hidroxibutanoic

Quin tipus de reaccions de polimerització condueixen a la formació del PP i el PHA? La molècula d'àcid 3-hidroxibutanoic és quiral? Justifiqueu la resposta.

Dibuixeu els isòmers estructurals (o constitucionals) següents per a l'àcid 3-hidroxibutanoic: un isòmer estructural de cadena i un isòmer estructural de posició.

[1,25 punts]

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Puntuació de l'apartat 4.4 |  |
|----------------------------|--|

DADES: Nombres atòmics:  $Z(\text{H}) = 1$ ;  $Z(\text{C}) = 6$ ;  $Z(\text{O}) = 8$ .  
Masses atòmiques relatives:  $\text{H} = 1,0$ ;  $\text{N} = 14,0$ ;  $\text{O} = 16,0$ .  
Constant d'ionització de l'aigua a 25 °C:  $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$ .  
Constant de Faraday:  $F = 96\,500 \text{ C mol}^{-1}$ .  
 $1 \text{ A} = 1 \text{ C s}^{-1}$ .

[Podeu utilitzar aquestes pàgines per a acabar de respondre a algun exercici.]



Comprovació i 2a correcció:

3a correcció:

Etiqueta de l'estudiant

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



**IEC**  
Institut d'Estudis  
Catalans