

## Proves d'accés a la universitat

# Química

## Sèrie 1

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

Responen 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. La hidrazina ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) i la dimetilhidrazina ( $\text{N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2$ ) són combustibles líquids. La hidrazina reacciona amb l'oxigen i s'obté  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  i  $\text{N}_2(\text{g})$ . La dimetilhidrazina reacciona amb l'oxigen i s'obté  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ,  $\text{N}_2(\text{g})$  i  $\text{CO}_2(\text{g})$ .

- a) Escriviu les dues reaccions de combustió. Calculeu l'entalpia estàndard de reacció de cada combustible a 298 K. Si us demanessin consell en l'elecció d'un dels dos combustibles per a fer senyals des d'un vaixell, considerant que la bodega del vaixell està gairebé al límit del pes permès, quin dels dos aconsellàriu? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

- b) Representeu el diagrama entàlpic del procés de combustió de la hidrazina. A l'etiqueta d'un envàs que conté hidrazina, s'observen els dos pictogrames següents. Expliqueu què volen dir aquests pictogrames i de quins perills ens alerten.

[1,25 punts]



Pictograma 1



Pictograma 2

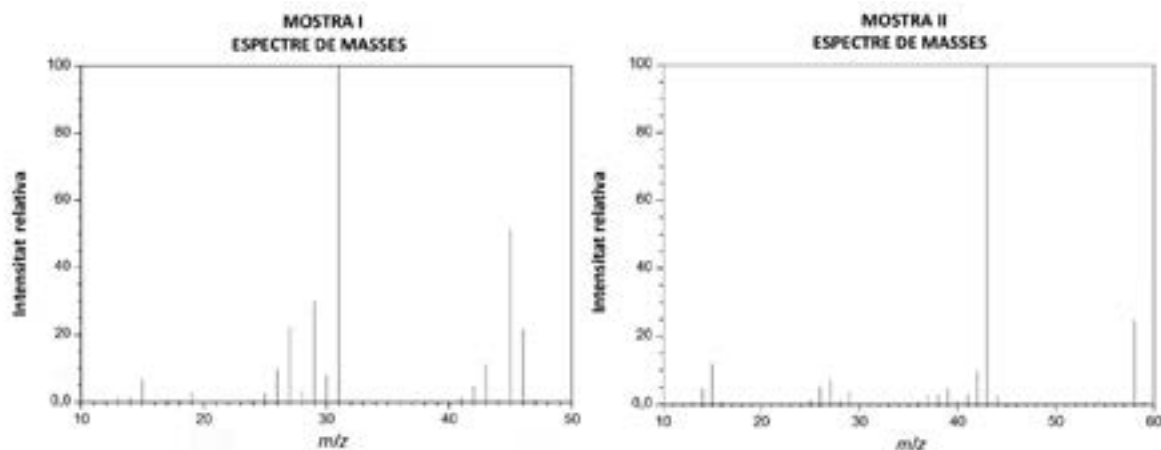
DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12; N = 14,0; O = 16,0.

Entalpies estàndard de formació a 298 K:

Substància	$\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$	$\text{N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2(\text{l})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ (\text{kJ mol}^{-1})$	50,6	42,0	-241,8	-393,5



2. En una empresa química que produeix dissolvents tenen un problema d'identificació de dos lots elaborats, un d'etanol i un altre d'acetona, també anomenada *propanona*. Per poder identificar quin dissolvent hi ha en cada lot, realitzen un espectre de masses d'una mostra de cada un dels lots.



- a) Formuleu l'etanol i l'acetona. Indiqueu quin és el pic base i el pic de l'ió molecular dels espectres de cada mostra. Quina informació ens donen aquests pics? Quin espectre correspon a cada dissolvent? Justifiqueu les respostes.  
[1,25 punts]
- b) El pic característic per a identificar una cetona en un espectre d'absorció infraroig (IR) correspon a un nombre d'ona de  $1700\text{ cm}^{-1}$ . Calculeu la longitud d'ona, la freqüència i l'energia corresponents a aquest pic.  
[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives:  $\text{H} = 1,0$ ;  $\text{C} = 12$ ;  $\text{O} = 16,0$ .  
Velocitat de la llum en el buit:  $c = 3,0 \times 10^8\text{ m s}^{-1}$ .  
Constant de Planck:  $h = 6,63 \times 10^{-34}\text{ J s}$ .



3. El clorur de sulfuril ( $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ) és un líquid a temperatura ambient d'olor punyent que sovint s'utilitza com a font de clor gasós, ja que pel fet de ser un líquid és més fàcil d'emmagatzemar i manipular. És molt emprat en la síntesi de compostos orgànics per a transformar enllaços C-H en enllaços C-Cl. També s'ha utilitzat, en el tractament de la roba de llana, perquè no s'encongeixi. El clorur de sulfuril s'obté industrialment per reacció entre el clor i el diòxid de sofre, emprant carbó actiu com a catalitzador. S'ha realitzat la reacció d'obtenció de  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  en un recipient tancat d'1,0 L a 400 K:



- a) Quan la reacció ha arribat a l'equilibri, s'ha comprovat que el recipient contenia 0,40 mol de  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ , 0,10 mol de  $\text{SO}_2$  i 0,50 mol de  $\text{Cl}_2$ . Determineu el valor de la constant d'equilibri en concentracions ( $K_c$ ). Si, després d'assolir l'equilibri, s'addicionen 0,30 mol de  $\text{SO}_2$  a la mescla de reacció, quina és la nova concentració de clorur de sulfuril en l'equilibri?

[1,25 punts]

- b) Raoneu quin efecte tindria sobre el rendiment de la reacció:

- un augment de la temperatura del recipient;
- un augment del volum del recipient;
- l'eliminació del catalitzador.

Raoneu també quin efecte tindrien sobre el valor de la  $K_c$  les tres accions mencionades anteriorment.

[1,25 punts]



4. L'àcid hipoclorós ( $\text{HClO}$ ) es considera un dels desinfectants més potents i és utilitzat en centres sanitaris amb la voluntat d'extremar les mesures de desinfecció de les seves instal·lacions arran de la covid-19. Sovint aquest àcid feble s'utilitza com a desinfectant en solucions de concentració 0,05 M.

a) Calculeu la constant d'acidesa de l'àcid hipoclorós, sabent que una solució aquosa 0,30 M d'aquest àcid té un pH de 4,02 a 25 °C. Un altre àcid, l'àcid clorós ( $\text{HClO}_2$ ), té una constant d'acidesa  $K_a$  d' $1,00 \times 10^{-2}$ . Quin pH tindrà una solució de concentració 0,30 M d'aquest segon àcid?

[1,25 punts]

b) En valorar 40,0 mL d'una solució de desinfectant, de concentració d'àcid hipoclorós desconeguda, amb una solució aquosa d'hidròxid de sodi ( $\text{NaOH}$ ) 0,05 M, necessitem 33,0 mL d'aquesta base per a arribar al punt final. Escriviu la reacció de valoració. Quina és la concentració d'àcid hipoclorós en el desinfectant? Aquesta concentració és major o menor que la concentració habitual dels desinfectants emprats més freqüentment? Digueu si el pH en el punt d'equivalència serà àcid, neutre o bàsic, i justifiqueu la resposta.

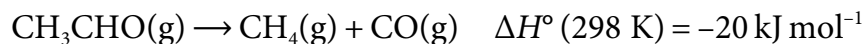
[1,25 punts]

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





5. L'acetaldehid ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) es descompon en metà i monòxid de carboni segons la reacció següent:



Aquesta reacció té una energia d'activació de  $188 \text{ kJ mol}^{-1}$  sense emprar cap catalitzador i una energia d'activació de  $135 \text{ kJ mol}^{-1}$  emprant iode com a catalitzador.

- a) Justifiqueu si es tracta d'una reacció endotèrmica o exotèrmica. Calculeu el valor de l'entalpia estàndard de formació de l'acetaldehid a 298 K. Dibuixeu en un mateix gràfic l'energia de la reacció en funció de la coordenada de reacció de la reacció catalitzada i no catalitzada, tot indicant la posició dels estats de transició, les energies d'activació i l'entalpia de reacció.

[1,25 punts]

- b) Determineu les energies d'activació de la reacció de síntesi de l'acetaldehid a partir de metà i monòxid de carboni del procés catalitzat i no catalitzat. Què és un catalitzador? Raoneu, a partir del model cinètic de l'estat de transició, com afecta un catalitzador a la velocitat de la reacció.

[1,25 punts]

DADES: Entalpies estàndard de formació a 298 K:

Substància	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ (\text{kJ mol}^{-1})$	-75	-111



6. El sulfat de bari ( $\text{BaSO}_4$ ) és un compost poc soluble en aigua que s'utilitza com a contrast radiològic en anàlisis de raigs X de l'esòfag, l'estómac i els intestins. Generalment, cal beure una suspensió de sulfat de bari una o dues vegades abans de l'anàlisi radiològica.

a) Calculeu la solubilitat molar del sulfat de bari en aigua. Calculeu quina quantitat d'ió bari ( $\text{Ba}^{2+}$ ), en mg, s'ingereix si es prenen 200 mL d'una solució saturada de sulfat de bari abans d'una anàlisi radiològica.

[1,25 punts]

b) Alguns estudis indiquen que aproximadament el 2 % de la població és al·lèrgica a l'ió bari. En el cas que un pacient sigui al·lèrgic a l'ió bari, raoneu si afegir una certa quantitat de sulfat de sodi ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) a la suspensió de sulfat de bari que cal prendre seria bo per a disminuir els efectes de l'allèrgia. A les persones al·lèrgiques a l'ió bari, quina suspensió els provocarà més al·lèrgia: una de sulfat de bari o una de carbonat de bari ( $\text{BaCO}_3$ )? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

DADES: Constants del producte de solubilitat a 25 °C:  $K_{\text{ps}}(\text{BaSO}_4) = 1,1 \times 10^{-10}$ ;  
 $K_{\text{ps}}(\text{BaCO}_3) = 3,2 \times 10^{-9}$ .

Masses atòmiques relatives: Ba = 137,3; S = 32,1; O = 16,0.



7. El recobriment electrolític amb crom s'utilitza per a protegir superfícies metàl·liques de la corrosió, així com per a millorar-ne l'aspecte i les prestacions.

a) Es vol cromar un objecte d'acer rectangular que té una superfície de  $1\,400\text{ cm}^2$  amb una capa de crom de  $0,1\text{ mm}$  de gruix. Per a fer-ho, es col·loca aquest objecte com a càtode en una cubeta d'electròlisi que conté ions  $\text{Cr}^{3+}$  en solució. Escriviu la reacció d'electrodeposició del crom. Si el corrent és de  $20,0\text{ A}$ , quantes hores ha de durar l'electròlisi?

[1,25 punts]

b) Els ànodes de sacrifici també s'utilitzen com a sistema de protecció anticorrosiu. Aquests recobriments s'oxiden abans que el metall que protegeixen. Justifiqueu quins dels metalls de la taula següent podrien utilitzar-se com a ànodes de sacrifici per a protegir una superfície que conté ferro. Definiu *oxidant* i *reductor*. En la vida quotidiana, quins són els principals agents causants de la corrosió dels metalls?

[1,25 punts]

Potencials estàndard de reducció a  $298\text{ K}$ :

$E^\circ(\text{Cu}^+/\text{Cu})$	$E^\circ(\text{Co}^{2+}/\text{Co})$	$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$	$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$	$E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al})$	$E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg})$
$0,52\text{ V}$	$-0,28\text{ V}$	$-0,44\text{ V}$	$-0,76\text{ V}$	$-1,66\text{ V}$	$-2,37\text{ V}$

DADES: Densitat del crom:  $7,1\text{ g cm}^{-3}$ .

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

Massa atòmica relativa:  $\text{Cr} = 52,0$ .



--	--

--	--

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 .....

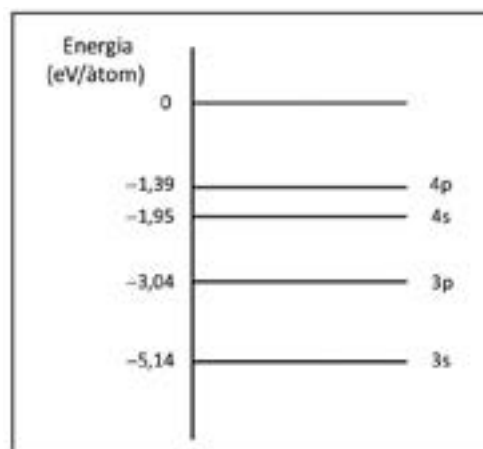
Etiqueta de qualificació

Etiqueta del corrector/a

Responen 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. El diagrama de la figura adjunta representa l'energia d'alguns orbitals que poden ser ocupats per l'electró més extern de l'àtom de sodi.



- a) Definiu el terme *orbital atòmic* segons el model ondulatori de l'àtom, i escriviu la configuració electrònica de l'àtom de sodi en estat fonamental. Expliqueu què és l'energia d'ionització d'un àtom i calculeu-ne el valor per a l'àtom de sodi, expressat en  $\text{kJ mol}^{-1}$ .
- b) En l'espectre d'emissió del sodi s'observa una línia intensa que correspon a la transició electrònica  $3p \rightarrow 3s$ . De quin color és aquesta radiació?

[1,25 punts]

[1,25 punts]

DADES: Nombre atòmic:  $Z(\text{Na}) = 11$ .

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

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

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

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

$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

Espectre electromagnètic visible:

Color de la radiació	violat	blau	verd	groc	taronja	vermell
Longitud d'ona (nm)	380-450	450-495	495-570	570-590	590-620	620-750



2. Per a muntar una pila, en condicions estàndard i a 25 °C, disposem d'una placa metàl·lica de coure i una altra d'alumini, una ampolla que conté una solució 1,0 M de sulfat de coure(II) i una altra ampolla que conté una solució 1,0 M de clorur d'alumini.

**a)** Justifiqueu quin elèctrode actuarà de càtode i quin d'ànode en aquesta pila. Escriviu les semireaccions que tindran lloc a cada elèctrode, la reacció iònica global i la notació de la pila. Calculeu-ne la força electromotriu estàndard (FEM).

[1,25 punts]

**b)** Expliqueu com muntaríeu aquesta pila al laboratori, i indiqueu el material i les altres substàncies químiques que necessitaríeu. Feu un dibuix del muntatge experimental.

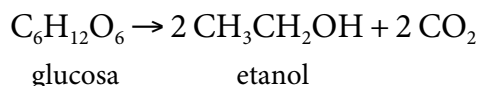
[1,25 punts]

DADES: Potencials estàndard de reducció a 25 °C:

$$E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}; E^{\circ}(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,68 \text{ V}.$$



3. Als cellers on s'elabora vi, i durant el temps que dura el procés de fermentació del most, se sent un xiuxiueig constant que trenca el silenci, allò que en el món de l'enologia es coneix amb l'expressió «el vi bull». El sucre (glucosa) es converteix en etanol i, alhora, es produeix diòxid de carboni gasós:



- a) Sabem que les entalpies estàndard de combustió de la glucosa i de l'etanol són, respectivament,  $-2\,816,8 \text{ kJ mol}^{-1}$  i  $-1\,366,9 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Calculeu la calor que es desprèn, a pressió constant, quan es forma un mol d'etanol per fermentació de la glucosa.

[1,25 punts]

NOTA: Les entalpies estàndard de combustió estan expressades per mol de substància que es crema.

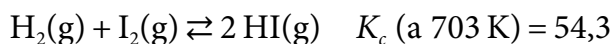
- b) En les taules termodinàmiques podem trobar l'entalpia estàndard de formació d'un compost. Escriviu la reacció química corresponent a l'entalpia estàndard de formació de l'etanol gasós, i estimeu-ne el valor a partir de les dades d'energia d'enllaç següents:

Enllaç	C—C	C—O	C—H	H—H	O—H	O=O
Energia d'enllaç ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	347	360	414	436	464	498

[1,25 punts]



4. El iodur d'hidrogen és un gas incolor, fàcilment soluble en aigua, que s'utilitza en química com a agent reductor. El podem sintetitzar a partir de iode i hidrogen, en fase gasosa, segons la reacció següent:



En un reactor d'1,00 L barregem 0,0130 mol de  $\text{H}_2$ , 0,0080 mol de  $\text{I}_2$  i 0,0440 mol de HI; ho escalfem a 703 K de temperatura, i s'inicia la reacció. Dues hores més tard, observem que el reactor conté 0,0480 mol de HI.

- a)** Calculeu les concentracions de les tres substàncies quan han transcorregut dues hores des de l'inici de la reacció, i el valor del quocient de reacció ( $Q$ ) en aquest moment. Digueu si el contingut del reactor està en equilibri o no ho està, i justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

- b)** Supposeu que, després de cinc hores, la quantitat de HI s'estabilitza, de manera que ni augmenta ni disminueix si deixem transcórrer més temps. Justifiqueu quin efecte tindria sobre la quantitat de mols de HI si, en aquest moment:

- disminuïm el volum del reactor;
- eliminem una part de l'hidrogen gasós del reactor;
- introduïm un catalitzador al reactor;
- augmentem la temperatura del reactor.

[1,25 punts]

DADA: Entalpia estàndard de formació a 298 K:  $\Delta H_f^\circ (\text{HI}) > 0$ .



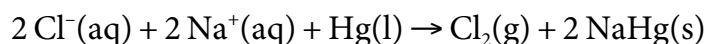


5. Arran de la pandèmia provocada pel coronavirus SARS-CoV-2, a mitjans de març de 2020 l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària va publicar al seu web un conjunt de recomanacions de neteja i desinfecció d'instal·lacions d'empreses alimentàries per a la prevenció d'aquest virus. L'Agència va recomanar l'ús, com a desinfectant, d'una solució d'hipoclorit de sodi ( $\text{NaClO}$ ) al 0,1 % en massa, després de la neteja amb un detergent neutre.

**a)** Escriviu la reacció de l'ió hipoclorit en aigua. Calculeu el pH, a 25 °C, de la solució desinfectant que recomanava l'Agència. Supposeu que la densitat de la solució és  $1,00 \text{ g cm}^{-3}$ .

[1,25 punts]

**b)** Per a seguir un dels mètodes de fabricació d'hipoclorit de sodi, necessitem clor gasós ( $\text{Cl}_2$ ). Podem obtenir aquest clor principalment mitjançant l'electròlisi de clorur de sodi, emprant un càtode de mercuri i un ànode de titani:



Efectuem l'electròlisi de 2,00 L d'una solució de  $\text{NaCl}$  emprant un corrent constant de 4,00 A. Quina és la concentració de clor que hi haurà a la cèl·lula electrolítica després de 180 minuts?

[1,25 punts]

DADES: Massa molar de l'hipoclorit de sodi ( $\text{NaClO}$ ) =  $74,5 \text{ g mol}^{-1}$ .

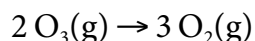
Constant d'acidesa de l'àcid hipoclorós ( $\text{HClO}$ ) a 25 °C:  $K_a = 3,2 \times 10^{-8}$ .

Constant d'ionització de l'aigua a 25 °C:  $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$ .

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



6. A la superfície terrestre, l'ozó ( $\text{O}_3$ ) és un dels indicadors de la contaminació de l'aire. Diversos estudis indiquen que, quan l'ozó es troba en estat estacionari, és a dir, quan la velocitat de la reacció de producció i de destrucció de l'ozó és la mateixa, la seva concentració és  $2,0 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$ . Suposeu que l'únic procés de destrucció de l'ozó és la formació d'oxigen molecular, segons la reacció química següent:



- a) Escriviu l'equació de velocitat de la reacció de destrucció de l'ozó, si sabem que segueix una cinètica de segon ordre. Calculeu la constant de velocitat d'aquesta reacció si estimem que la producció de l'ozó degut a totes les fonts és  $7,2 \times 10^{-13} \text{ mol L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , i que l'ozó es troba en estat estacionari. Expliqueu, a partir d'un model cinètic, com afecta la temperatura a la velocitat de reacció.

[1,25 punts]

- b) Calculeu l'energia de Gibbs estàndard de la reacció de destrucció de l'ozó a 298 K i justifiqueu que és espontània. Si sabem que l'espontaneïtat d'aquesta reacció no depèn de la temperatura, raoneu si la reacció és endotèrmica o exotèrmica.

[1,25 punts]

DADA: Energia de Gibbs estàndard de formació a 298 K:  $\Delta G_f^\circ (\text{O}_3) = 142,7 \text{ kJ mol}^{-1}$ .



7. La litiasi urinària consisteix en la presència de càlculs al ronyó o a les vies urinàries deguts a concentracions altes de certes substàncies que hauríem d'eliminar per l'orina. En la litiasi càlcica, que és la més freqüent, aquests càlculs es formen a causa d'un augment de la concentració de calci en l'orina, que provoca la precipitació de diverses sals, com ara el fosfat de calci,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

**a)** Podem dissoldre, a  $25^\circ\text{C}$ , un càlcul d'1,25 mg de fosfat de calci en 10,0 L d'aigua? Raoneu-ho quantitativament.

[1,25 punts]

**b)** En quatre tubs d'assaig hi posem una mica de fosfat de calci sòlid en contacte amb 10 mL de solució aquosa saturada d'aquesta sal. Afegim a cadascun dels tubs uns mil·lilitres de les solucions que es mostren a la taula següent:

<i>Tub</i>	Tub 1	Tub 2	Tub 3	Tub 4
<i>Substància afegida</i>	$\text{CaCl}_2(\text{aq})$	$\text{HCl}(\text{aq})$	$\text{EDTA}(\text{aq})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Expliqueu, raonadament i qualitativament, què observarem en cada tub.

[1,25 punts]

NOTA: EDTA (àcid etilendiaminotetraacètic): lligand orgànic que forma complexos solubles amb molts ions metàl·lics (inclosos els alcalinoterris).

DADES: Masses atòmiques relatives:  $\text{O} = 16,0$ ;  $\text{P} = 31,0$ ;  $\text{Ca} = 40,1$ .

Producte de solubilitat del fosfat de calci a  $25^\circ\text{C}$ :  $K_{\text{ps}} = 2,07 \times 10^{-33}$ .



--	--

--	--

Etiqueta de l'alumne/a



Institut  
d'Estudis  
Catalans