

## Proves d'accés a la universitat

# Química

## Sèrie 1

Responen a les qüestions 1, 2 i 3. Tot seguit, escolliu UNA qüestió d'entre la 4 i la 5 i UNA qüestió d'entre la 6 i la 7, i contesteu les dues que heu triat.

Cada qüestió val 2 punts.

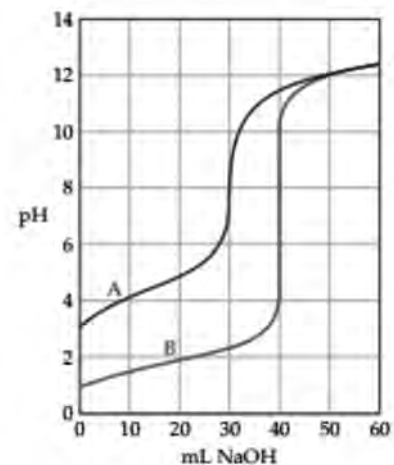
1. La figura mostra les corbes obtingudes en la valoració de l'àcid acètic —anomenat també *àcid etanoic*— (corba A) i de l'àcid clorhídric (corba B) amb hidròxid de sodi (NaOH).

a) Escriviu les reaccions de valoració dels dos àcids. Indiqueu raonadament si el pH en el punt d'equivalència de cadascuna de les dues valoracions és àcid, neutre o bàsic.

[1 punt]

b) Indiqueu el material i els reactius que utilitzaríeu al laboratori per a valorar 25,0 mL d'una solució d'àcid clorhídric de concentració desconeguda amb una solució d'hidròxid de sodi 0,080 M. Expliqueu el procediment experimental que seguiríeu.

[1 punt]



2. Les làmpades de descàrrega contenen un gas, com ara Na(g), que s'excita mitjançant l'energia subministrada per una descàrrega elèctrica. Posteriorment, quan el gas torna al seu estat fonamental, es produeix l'emissió de llum.

Els fanals de vapor de sodi, utilitzats habitualment per a la il·luminació pública perquè són molt eficients, són un tipus de làmpades de descàrrega que emeten una llum groga brillant amb una longitud d'ona de 589 nm.

a) Calculeu la freqüència i l'energia d'aquesta radiació electromagnètica.

[1 punt]

b) Els fanals de vapor de sodi tenen una vida limitada, ja que, en determinats moments, la descàrrega elèctrica subministrada al fanal pot produir una energia molt alta i superior a la primera energia d'ionització del sodi. Definiu el terme *primera energia d'ionització* d'un element i escriviu la configuració electrònica del sodi abans i després d'aquesta descàrrega d'alta energia. Expliqueu raonadament, a partir del model atòmic de càrregues elèctriques, si la segona energia d'ionització del sodi serà més gran o més petita que la primera energia d'ionització.

[1 punt]

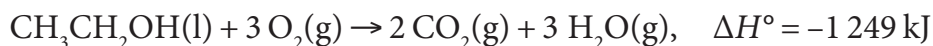
DADES: Nombre atòmic (Z):  $Z(\text{Na}) = 11$ .

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

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

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

3. En un institut, utilitzen un fogó d'alcohol per a escalfar els  $300 \text{ cm}^3$  d'aigua que conté un vas de precipitats, en condicions estàndard i a una temperatura de  $15^\circ\text{C}$ . Quan el tipus d'alcohol que crema en el fogó és etanol, es produeix la reacció de combustió següent:



a) Calculeu la calor despresada quan s'han consumit 1,38 g d'etanol i determineu la temperatura final que assolirà l'aigua. Considereu que la calor absorbida per l'ambient i pel vas de precipitats és negligible.

[1 punt]

b) Calculeu l'entalpia de l'enllaç O=O.

[1 punt]

DADES: Massa molar de l'etanol =  $46,0 \text{ g mol}^{-1}$ .

Calor específica de l'aigua =  $4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

Densitat de l'aigua =  $1,00 \text{ g cm}^{-3}$ .

Entalpies d'enllaç:

Enllaç	C—C	C—O	C—H	O—H	C=O
Entalpia d'enllaç ( $\text{kJ mol}^{-1}$ ) en condicions estàndard i a $298 \text{ K}$	348	360	412	463	797

4. El cobalt és un metall indispensable per a millorar el rendiment dels automòbils elèctrics, i també s'utilitza perquè les bateries dels telèfons mòbils durin més temps. Mitjançant l'electròlisi d'una solució de iodur de cobalt(II) ( $\text{CoI}_2$ ) podem obtenir cobalt metàl·lic i iode ( $\text{I}_2$ ).

a) Feu un dibuix esquemàtic d'aquest procés electrolític, i indiqueu el nom i la polaritat dels elèctrodes. Escriviu la semireacció que té lloc en l'elèctrode de polaritat positiva.

[1 punt]

b) Calculeu la massa de cobalt que obtindrem en un dels elèctrodes quan fem passar un corrent d'1,8 A a través d'una solució de iodur de cobalt(II) durant 90 minuts.

[1 punt]

DADES: Massa atòmica relativa:  $\text{Co} = 59,0$ .

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

5. El fosgen ( $\text{COCl}_2$ ) és una substància emprada en la fabricació de polímers com els policarbonats o els poliuretans. Aquest compost es pot dissociar segons l'equació següent:



Introduïm una quantitat determinada de fosgen en un recipient i l'escalfem fins que arriba a 523 K. Una vegada s'ha assolit l'equilibri, la pressió total en el recipient és de 2,00 bar i la pressió parcial del monòxid de carboni, igual que la del clor, és de 0,017 bar.

a) Calculeu la constant d'equilibri en pressions de la reacció de dissociació del fosgen a 523 K. Indiqueu si la constant d'equilibri en concentracions i la constant d'equilibri en pressions d'aquesta reacció tenen el mateix valor a 523 K i justifiqueu la resposta.

[1 punt]

b) Mantenint sempre la temperatura a 523 K, com es pot veure afectada la dissociació del fosgen si, quan s'ha arribat a l'equilibri, provoquem una disminució del volum del recipient? I si hi afegim un catalitzador? Es modificarà en algun dels dos casos la constant d'equilibri en pressions? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

6. L'atzurita és un mineral que conté, entre altres substàncies, hidròxid de coure(II). S'utilitza força en joieria perquè és d'un color blau intens molt característic.

a) Quina massa d'hidròxid de coure(II) podem dissoldre si una peça de joieria que conté atzurita cau en un recipient en què hi ha 1,0 L d'aigua acidulada amb un pH de 6,0? Expressau el resultat en mil·ligrams.

[1 punt]

b) La solubilitat de l'hidròxid de coure(II) en aigua destil·lada és més alta o més baixa que en una solució aquosa de  $\text{CuCl}_2$ ? La formació de complexos de coure(II), afegint-hi per exemple  $\text{NH}_3$ , augmenta o disminueix la solubilitat de l'hidròxid de coure(II)? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

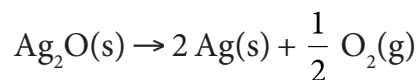
DADES: Masses atòmiques relatives:  $\text{H} = 1,0$ ;  $\text{O} = 16,0$ ;  $\text{Cu} = 65,5$ .

Constant del producte de solubilitat de l'hidròxid de coure(II) a 25 °C:

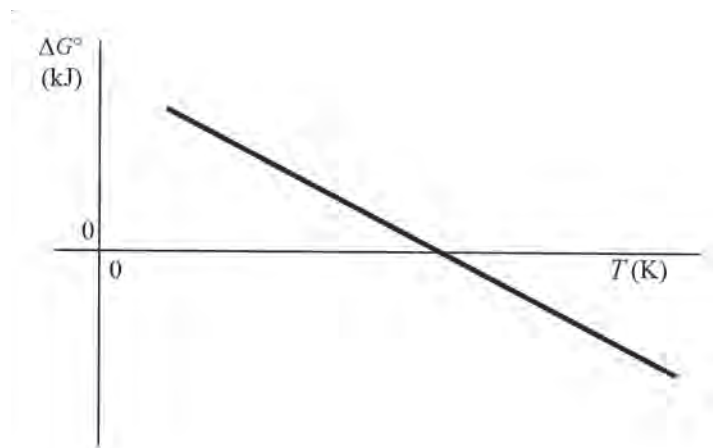
$$K_{\text{ps}} = 2,20 \times 10^{-20}$$

Constant d'ionització de l'aigua a 25 °C:  $K_{\text{w}} = 1,00 \times 10^{-14}$ .

7. L'activitat antimicrobiana de la plata ha estat demostrada *in vitro* fins i tot contra bacteris multiresistents. Perquè es doni aquesta activitat, cal que la plata es trobi en l'estat d'oxidació +1, com succeeix en l'òxid de plata. Però a una temperatura de 25 °C, aquest compost es pot descompondre i pot formar plata en l'estat d'oxidació 0, segons la reacció química següent:



En el gràfic següent es mostra la variació de l'energia lliure estàndard d'aquesta reacció en funció de la temperatura:



- a) Calculeu la variació d'entropia estàndard ( $\Delta S^\circ$ ) de la reacció de descomposició de l'òxid de plata a 25 °C. Expliqueu què indica, a escala microscòpica, el signe de la variació d'aquesta magnitud termodinàmica.

[1 punt]

- b) Expliqueu quina és la influència de la temperatura en l'espontaneïtat d'aquesta reacció. Digueu si la reacció és exotèrmica o endotèrmica i justifiqueu la resposta.

[1 punt]

DADES: Entropies estàndard a 25 °C:  $S^\circ(\text{Ag}, \text{s}) = 42,7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  
 $S^\circ(\text{Ag}_2\text{O}, \text{s}) = 127,8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $S^\circ(\text{O}_2, \text{g}) = 205,1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ .

NOTA: Supposeu que l'entalpia i l'entropia estàndard de la reacció no varien en funció de la temperatura.

## Proves d'accés a la universitat

---

### Química

#### Sèrie 5

---

Responen a les qüestions 1, 2 i 3. Tot seguit, escolliu UNA qüestió d'entre la 4 i la 5 i UNA qüestió d'entre la 6 i la 7, i contesteu les dues que heu triat.

Cada qüestió val 2 punts.

---

1. L'àcid benzoic ( $C_6H_5COOH$ ) és un àcid carboxílic monopròtic que s'utilitza en l'elaboració de cosmètics, tints, plàstics i repellents d'insectes.

a) Al laboratori preparem 250 mL d'una solució aquosa que conté 3,050 g d'àcid benzoic. En mesurar el pH d'aquesta solució a 25 °C, obtenim un valor de 2,60. Quin valor té la constant d'acidesa de l'àcid benzoic a 25 °C?

[1 punt]

b) Una indústria ha comprat una solució aquosa d'àcid benzoic. Per conèixer-ne amb exactitud i precisió la concentració, valorem 25,0 mL d'aquesta solució amb una solució aquosa d'hidròxid de sodi 0,115 M, i gastem 38,6 mL d'aquesta base per arribar al punt final de la valoració. Escriviu la reacció de valoració i calculeu la concentració de la solució aquosa d'àcid benzoic, expressada en  $g L^{-1}$ .

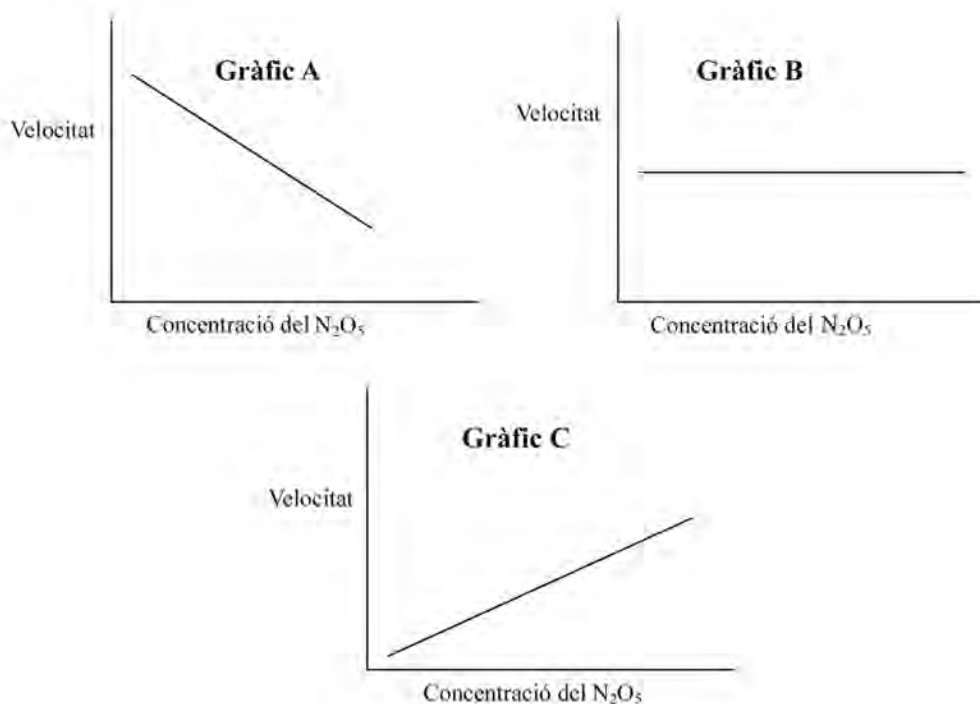
[1 punt]

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

2. El pentaòxid de dinitrogen ( $N_2O_5$ ) és un compost present a l'atmosfera; a diferència d'altres òxids de nitrogen, es descompon principalment durant la nit i produeix diòxid de nitrogen i oxigen. S'han dut a terme estudis experimentals de la cinètica d'aquesta reacció, a una temperatura determinada, que han demostrat que es tracta d'una reacció de primer ordre respecte del pentaòxid de dinitrogen.

a) Definiu el terme *velocitat de reacció* i indiqueu amb quines unitats s'expressa. Escriviu l'equació de velocitat de la descomposició del pentaòxid de dinitrogen i raoneu quin dels gràfics següents (A, B o C) es correspon amb els estudis experimentals cinètics.

[1 punt]



b) A partir del model d'estat de transició (o complex activat), digueu com es veu afectada la velocitat de la reacció si hi afegim un catalitzador. A partir del model de col·lisions, digueu com varia la velocitat de la reacció si augmentem la temperatura. Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

3. Una de les aplicacions industrials de l'electròlisi és el recobriment metàl·lic (niquelats, daurats, cromats o platejats). Volem recobrir de plata una barra metàl·lica mitjançant l'electròlisi d'una solució de nitrat de plata.

a) Dibuixeu el muntatge experimental que faríeu per dur a terme aquesta electròlisi al laboratori. Indiqueu-hi l'ànode i el càtode, així com les polaritats de tots dos. Justifiqueu en quin elèctrode hem de col·locar la barra metàl·lica per aconseguir que quedi recoberta de plata.

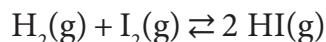
[1 punt]

b) Tenim una barra metàl·lica amb una superfície de  $20 \text{ cm}^2$  i la volem recobrir d'una capa de plata que tingui un gruix de 2 mm. Calculeu quant de temps durarà l'operació de platejat si utilitzem un corrent de 5,0 A.

[1 punt]

DADES: Densitat de la plata =  $10,5 \text{ g cm}^{-3}$ .  
 Massa atòmica relativa:  $A_g = 107,8$ .  
 Constant de Faraday:  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ .

4. El iodur d'hidrogen és un gas incolor que s'utilitza en la indústria com a agent reductor i que es pot sintetitzar a partir de la reacció en fase gasosa següent:



Experimentalment, hem obtingut els valors següents de la constant d'equilibri en pressions ( $K_p$ ) de la reacció de síntesi del iodur d'hidrogen, a diferents temperatures:

Temperatura (en K)	613	633	653	673	693	713	733	753
Constant d'equilibri en pressions ( $K_p$ )	70,8	66,0	61,9	57,7	53,7	50,5	46,8	43,8

- a) Introduïm 1,0 mol d'hidrogen, 1,0 mol de iode i 2,0 mol de iodur d'hidrogen en un reactor de 50,0 L que està a 673 K. Raoneu si la reacció es troba en equilibri i com evolucionarà amb el temps.

[1 punt]

- b) La reacció d'obtenció de iodur d'hidrogen és exotèrmica o endotèrmica? Quin efecte tindrà un augment de la pressió en el rendiment de la reacció? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

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

5. Hem preparat al laboratori tres solucions aquoses, totes tres amb una concentració 1,0 M, de les sals solubles següents:  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  i  $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$ . Disposem també de làmines de níquel i de làmines de plata, i d'una solució aquosa de  $\text{KNO}_3$  3,0 M.

- a) Expliqueu detalladament com muntaríeu una pila al laboratori amb els reactius de què disposem, i digueu quin material de laboratori necessitaríeu. Indiqueu quin elèctrode faria de càtode i quin d'ànode, i les semireaccions que s'hi produirien.

[1 punt]

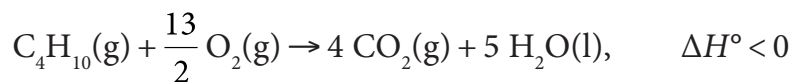
- b) En un vas de precipitats, voleu fer una reacció per a obtenir estany sòlid, i disposeu dels reactius indicats anteriorment. Justifiqueu quins dos reactius utilitzaríeu i escriuiu l'equació de la reacció.

[1 punt]

NOTA: Considereu que les reaccions es duen a terme sempre a 25 °C.

DADES: Potencials estàndard de reducció a 25 °C:  $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$ ;  
 $E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,26 \text{ V}$ .

6. En un laboratori, cal escalfar 100 litres d'aigua diàriament; l'aigua està a 15 °C, i cal que arribi a una temperatura de 85 °C. La calor emprada per a dur a terme el procés prové d'una caldera que funciona mitjançant la combustió de gas butà, segons la reacció següent:



- a) Calculeu quants kilograms de butà cal cremar cada dia, a pressió constant, per a satisfer les necessitats del laboratori. Suposeu que la reacció es duu a terme en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

- b) Digues quin signe tindrà la variació d'entropia estàndard ( $\Delta S^\circ$ ) de la reacció de combustió del butà. Suposant que l'entalpia i l'entropia no canvien amb la temperatura, digues si la reacció és espontània a temperatures molt altes. Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

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

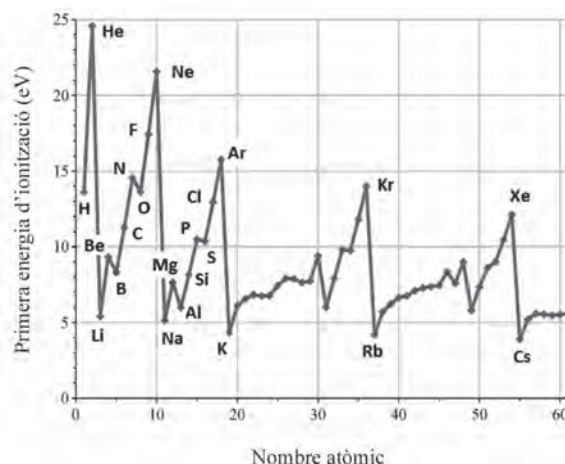
Densitat de l'aigua = 1,00 kg L<sup>-1</sup>.

Calor específica de l'aigua = 4 180 J kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>.

Entalpies estàndard de formació a 298 K:  $\Delta H_f^\circ (\text{C}_4\text{H}_{10}, \text{g}) = -126,2 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;

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

7. El gràfic següent mostra la variació de la primera energia d'ionització dels seixanta primers elements de la taula periòdica en funció del seu nombre atòmic:



- a) Definiu el terme *energia d'ionització*. A partir del model atòmic de càrregues elèctriques, raoneu per què, com s'observa en el gràfic, en passar d'un gas noble a l'element alcalí següent hi ha un descens bruscat de l'energia d'ionització.

[1 punt]

- b) Escriviu la configuració electrònica dels elements del segon període, des del carboni fins al fluor. Com es pot explicar que l'energia d'ionització tingui tendència a augmentar a mesura que avancem en aquest període? Per què en passar del nitrogen a l'oxigen hi ha una disminució de l'energia d'ionització? Raoneu les respostes a partir del model atòmic de càrregues elèctriques.

[1 punt]

DADES: Nombres atòmics (Z): Z(C) = 6; Z(N) = 7; Z(O) = 8; Z(F) = 9.



Institut  
d'Estudis  
Catalans