

Proves d'accés a la universitat

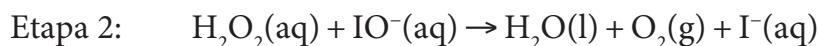
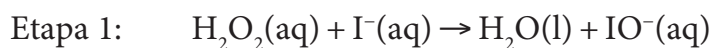
Convocatòria 2014

Química

Sèrie 3

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 peròxid d'hidrogen (H_2O_2), anomenat també *aigua oxigenada*, es descompon molt lentament en solució aquosa en oxigen i aigua. La reacció de descomposició es facilita quan s'hi afegeixen ions iodur, i segueix el mecanisme següent:



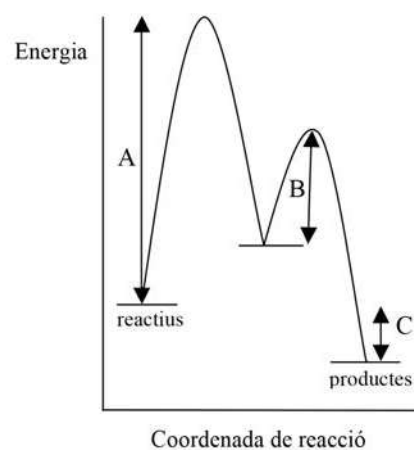
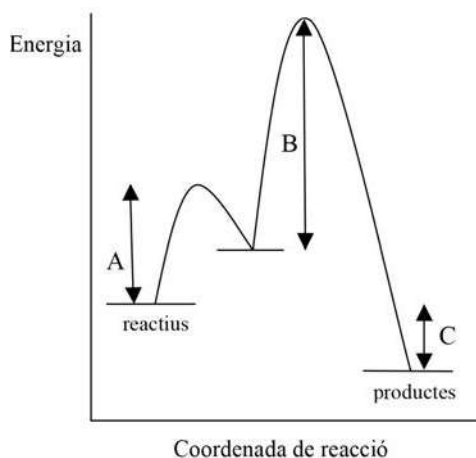
Quan estudiem experimentalment aquest mecanisme trobem que l'etapa 1 és la més lenta, i, per tant, la reacció global segueix una cinètica d'ordre 1 respecte del peròxid d'hidrogen i d'ordre 1 respecte de l'ió iodur.

- a) Escriviu l'equació de velocitat de la reacció de descomposició del peròxid d'hidrogen en presència d'ions iodur i indiqueu quin és l'ordre total de la reacció. Expliqueu raonadament quina funció tenen els ions iodur en aquest procés de descomposició i amb quines unitats s'expressa la constant de velocitat d'aquesta reacció.

[1 punt]

- b) Quina de les dues figures següents representa millor la descomposició del peròxid d'hidrogen en presència d'ions iodur i quines magnituds representen les lletres A, B i C? Des del punt de vista energètic, la descomposició és exotèrmica o endotèrmica? Argumenteu les respostes.

[1 punt]



2. Les aigües dures, a causa de la presència d'ions calci i altres ions metàl·lics, són un problema a les llars perquè poden formar fàcilment compostos insolubles com el CaCO_3 que provoquen avaries en les conduccions i en els electrodomèstics.

a) Una mostra d'aigua conté 40 mg/L d'ions Ca^{2+} . Calculeu la concentració mínima d'ions carbonat que hauria de contenir aquesta aigua, en mol L^{-1} , perquè precipiti CaCO_3 a 25 °C.

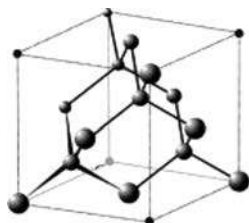
[1 punt]

b) La solubilitat del CaCO_3 es manté, disminueix o augmenta quan la sal es dissol en una solució aquosa de Na_2CO_3 ? I si es dissol en una solució aquosa d'àcid clorhídric? Argumenteu les respostes.

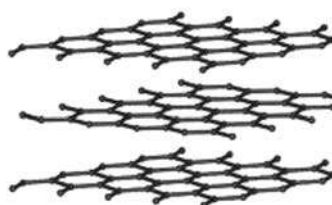
[1 punt]

DADES: Constant del producte de solubilitat del CaCO_3 , a 25 °C: $K_{ps} = 4,8 \times 10^{-9}$
Massa atòmica relativa: Ca = 40,0

3. El diamant i el grafit són dues substàncies sòlides formades només per àtoms de carboni que reben la denominació de *varietats allotròpiques del carboni*. La diferència fonamental en les seves propietats es deu a la disposició espacial dels àtoms de carboni:

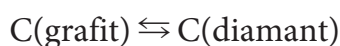


Diamant



Grafit

a) Calculeu la variació d'energia lliure estàndard, ΔG° , de la transformació química següent a 298 K, i justifiqueu si és espontània:



[1 punt]

b) L'entalpia estàndard de combustió del carboni grafit, a 298 K, és $-395,5 \text{ kJ mol}^{-1}$. Escriviu la reacció de combustió del carboni grafit i calculeu la massa mínima que hem de cremar d'aquest compost perquè la calor alliberada es pugui utilitzar per a escalfar 2,0 L d'aigua continguts en una olla oberta, a 10 °C i a pressió atmosfèrica, fins a la temperatura d'ebullició. Considereu negligible la calor absorbida pel recipient.

[1 punt]

DADES: Entalpia estàndard de formació, a 298 K:

$$\Delta H_f^\circ (\text{C, grafit}) = 0,0 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ (\text{C, diamant}) = 1,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Entropia estàndard absoluta, a 298 K:

$$S^\circ (\text{C, grafit}) = 5,7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}; S^\circ (\text{C, diamant}) = 2,4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

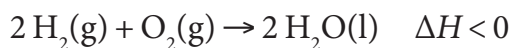
Massa atòmica relativa: C = 12,0

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

Densitat de l'aigua = $1,0 \text{ g mL}^{-1}$

Temperatura d'ebullició de l'aigua (a pressió atmosfèrica) = 100 °C

4. Atesa l'escassetat i el preu tan alt dels derivats del petroli, es pensa en l'hidrogen com a combustible que els pot substituir, ja que també reacciona amb l'oxigen i produeix energia en aquest procés.



- a) Justifiqueu que es tracta d'una reacció d'oxidació-reducció, i indiqueu quin reactiu és l'oxidant i quin reactiu és el reductor. Expliqueu raonadament si la reacció és espontània, en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

- b) A la natura no hi ha hidrogen lliure i, per tant, cal obtenir-lo d'alguna manera. El reactiu més barat és l'aigua i algú proposa utilitzar les radiacions solars per a trencar directament l'enllaç O–H de la molècula d'aigua, de manera que els radicals formats continuarien la reacció. Justifiqueu si és possible que la radiació solar trenqui l'enllaç O–H, si suposem que la radiació solar que arriba a la superfície terrestre té una freqüència d'entre $5,0 \times 10^{14}$ i $1,0 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$.

[1 punt]

DADES: Potencial estàndard de reducció, a 298 K:

$$E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}; E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}$$

Energia de l'enllaç O–H (en condicions estàndard i a 298 K) = 463 kJ mol^{-1}

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

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

5. L'àcid tartàric, $\text{HOOC-CHOH-CHOH-COOH}$, és un àcid orgànic dipròtic ja que té en la fórmula química dos grups carboxílics (–COOH). En la indústria alimentària s'utilitza com a acidificant i conservant natural, i les begudes refrescants de fruites en contenen. En un laboratori d'anàlisi hem valorat 25,0 mL d'una beguda refrescant que conté àcid tartàric amb hidròxid de sodi 0,150 M i hem necessitat 18,6 mL d'aquesta base perquè reaccionin els dos grups carboxílics.

- a) La recomanació legal és que la concentració d'àcid tartàric en les begudes no superi el valor de 9,0 g/L. La beguda refrescant analitzada està dins del marc legal?

[1 punt]

- b) Detalleu el material necessari i el procediment experimental per a dur a terme aquesta valoració al laboratori.

[1 punt]

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

6. El mecanisme d'inflament d'un coixí de seguretat (o *airbag*) d'automòbil es basa en la descomposició de l'azida de sodi (NaN_3) que, en menys de 50 mil·lisegons, allibera una gran quantitat de nitrogen gasós segons la reacció en fase heterogènia següent:



En un reactor d'1,0 L de capacitat s'introdueixen 71,5 g d'azida de sodi i s'escalfa a 600 K per a provocar-ne la descomposició. Quan s'assoleix l'equilibri trobem en el reactor 6,5 g d'azida de sodi sense reaccionar.

- a) Determineu la constant d'equilibri en concentracions, K_c , de la reacció de descomposició de l'azida de sodi a 600 K.

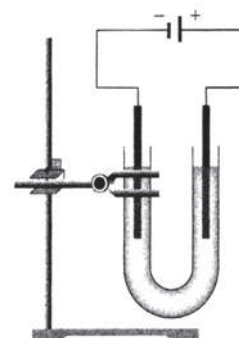
[1 punt]

- b) Com influirà en la quantitat d'azida de sodi descomposta un augment de la temperatura si mantenim constant el volum del recipient? I un augment del volum si mantenim constant la temperatura? Argumenteu les respostes.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: N = 14,0; Na = 23,0

7. En l'electròlisi d'una solució aquosa de iodur de potassi (KI) s'obté I_2 i H_2 . Per a dur a terme aquest procés d'electròlisi al laboratori, un estudiant fa el muntatge representat en la figura adjunta. L'estudiant ha introduït una solució aquosa de iodur de potassi 0,5 M en el tub en forma de U, i ha afegit unes gotes de fenolftaleïna al costat del tub on hi ha l'elèctrode que fa de càtode. A mesura que avança el procés electrolític, apareixen una coloració rosada en la zona del càtode i una coloració marronosa en la zona de l'ànode.



Electròlisi del iodur de potassi aquós.

- a) Indiqueu la polaritat del càtode i la de l'ànode en aquest procés electrolític. Escriviu la semireacció que es produeix en el càtode i expliqueu raonadament la coloració que apareix en aquesta zona.

[1 punt]

- b) Escriviu la semireacció que es produeix en l'ànode. Quina massa de iode obtindreu si en el procés electrolític circula un corrent de 500 mA durant 40 minuts?

[1 punt]

DADES: Massa atòmica relativa: I = 126,9

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

Fenolftaleïna: — forma àcida: incolora

— forma bàsica: rosada

— pH de viratge: 8,3-10,0



Institut
d'Estudis
Catalans

Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2014

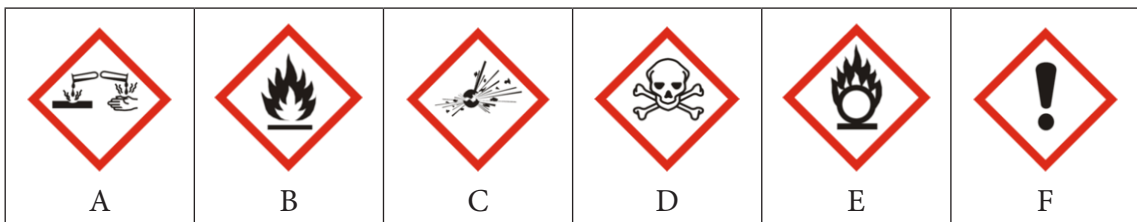
Química

Sèrie 4

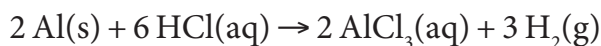
Responeu a les qüestions 1, 2 i 3. Tot seguit, escolliu UNA qüestió entre la 4 i la 5 i UNA qüestió entre la 6 i la 7 i contesteu les dues que heu triat.

1. L'àcid fluorhídric és una solució de fluorur d'hidrogen en aigua. És una substància irritant, tòxica i corrosiva. Una de les propietats de l'àcid fluorhídric és que pot atacar el vidre, i per això s'utilitza per a fer grafies en els anomenats *vidres glaçats*. La constant d'acidesa d'aquest àcid, a 25 °C, és $6,6 \times 10^{-4}$.
- a) Quin pH té una solució d'àcid fluorhídric 0,5 M a 25 °C?
[1 punt]
- b) Dels pictogrames de la figura (A-F), indiqueu-ne els tres que apareixen en l'etiqueta d'una ampolla d'àcid fluorhídric. Expliqueu de quins perills alerten aquests tres pictogrames i digueu quines precaucions cal prendre en la manipulació d'àcid fluorhídric al laboratori.

[1 punt]



2. Les solucions aquoses dels àcids reaccionen amb molts metalls i produeixen hidrogen. Així, per exemple, quan deixem caure unes quantes gotes d'una solució aquosa de HCl sobre una làmina prima d'alumini, aquesta es forada a causa de la reacció següent:



- a) Justifiqueu que aquesta reacció és espontània en condicions estàndard i a 25 °C. Expliqueu raonadament quin reactiu és l'oxidant i quin reactiu és el reductor.

[1 punt]

- b) Podem dur a terme la reacció entre l'alumini i l'àcid clorhídric en una pila per a generar corrent elèctric continu emprant un pont salí de $\text{KNO}_3\text{(aq)}$. La notació d'aquesta pila és:



Feu un dibuix de la pila i indiqueu-hi les polaritats dels elèctrodes. Justifiqueu cap a on es mouen els ions del pont salí quan la pila està en funcionament.

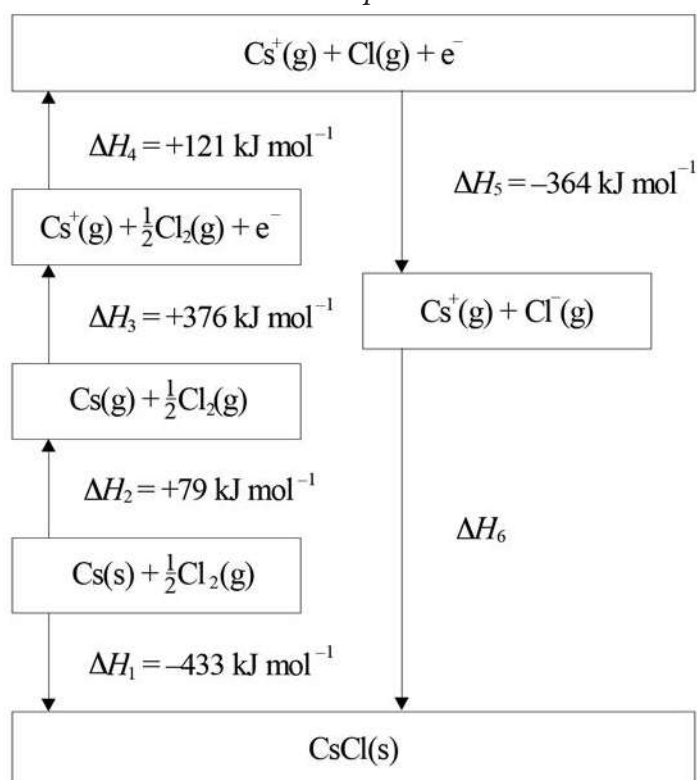
[1 punt]

DADES: Potencial estàndard de reducció, a 25 °C:

$$E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}; E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$$

3. Les energies reticulars dels compostos iònics són útils per a predir els punts de fusió i les solubilitats en aigua d'aquest tipus de compostos. Per a poder calcular el valor de l'energia reticular d'un compost iònic s'utilitza el cicle de Born-Haber. A partir de la figura següent:

Cicle de Born-Haber per al clorur de cesi



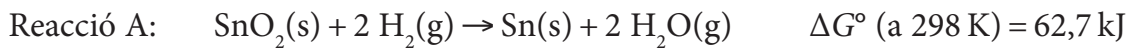
- a) Escriviu les reaccions corresponents a l'energia d'ionització del cesi, l'afinitat electrònica del clor i l'entalpia de formació del clorur de cesi, i indiqueu quin valor tenen les entalpies de cadascun d'aquests processos.

[1 punt]

- b) Calculeu el valor de l'energia reticular del clorur de cesi.

[1 punt]

4. L'estany és un metall platejat, malleable, que no s'oxida fàcilment i, per això, s'utilitza en molts aliatges per a recobrir altres metalls i protegir-los de la corrosió. Es pot obtenir a partir de l'òxid d'estany(IV) mitjançant dues reaccions diferents:



- a) Quina de les dues reaccions tindrà una variació d'entropia més gran en condicions estàndard i a 298 K? Expliqueu-ho raonadament.

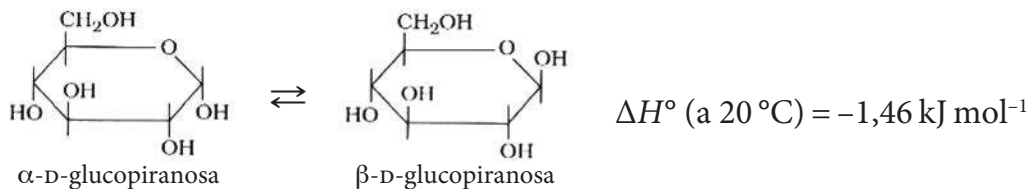
[1 punt]

- b) Calculeu el valor de l'energia lliure estàndard de formació, ΔG_f° , de l'òxid d'estany(IV) a 298 K.

[1 punt]

DADES: Energia lliure estàndard de formació, a 298 K: $\Delta G_f^\circ (\text{CO}_2) = -399,4 \text{ kJ mol}^{-1}$

5. La molècula d' α -D-glucopiranososa es transforma en el seu isòmer β -D-glucopiranososa, en dissolució aquosa i a 20 °C. Aquest procés es coneix amb el nom de *mutarotació*:



- a) Una solució conté en equilibri un 34 % en massa d' α -D-glucopiranososa i un 66 % en massa de β -D-glucopiranososa, a 20 °C. Quin valor té la constant d'equilibri en concentracions, K_c , de la reacció de mutarotació de l' α -D-glucopiranososa a 20 °C?

[1 punt]

- b) La mutarotació de l' α -D-glucopiranososa a 20 °C segueix una cinètica de primer ordre amb una constant de velocitat de $5,27 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$. Dibuixeu, de manera aproximada, el perfil d'aquesta reacció en un diagrama de l'energia en funció de la coordenada de la reacció, suposant que la reacció es duu a terme en una única etapa, i indiqueu on es troba la magnitud de l'energia d'activació. Quan la reacció es produeix en un medi fortament àcid, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \text{ M}$, la constant de velocitat té un valor de $14,0 \text{ s}^{-1}$. Expliqueu raonadament a què es deu aquest canvi.

[1 punt]

DADES: La massa molecular relativa tant del compost α -D-glucopiranososa com del compost β -D-glucopiranososa és 180.

6. Les solucions fertilitzants a base de sulfat de zinc provoquen problemes a les plantes quan s'apliquen per via foliar. Per a evitar aquests efectes tòxics es recomana modificar el pH de la solució de sulfat de zinc fins que comenci a precipitar $\text{Zn}(\text{OH})_2$.



Fulles afectades per l'aplicació d'un fertilitzant a base de sulfat de zinc.

- a) Calculeu la solubilitat del $\text{Zn}(\text{OH})_2$, a 20°C , expressada en mol L^{-1} .
[1 punt]
- b) Si tenim una solució fertilitzant que conté 1,8 g/L de sulfat de zinc, quin pH hem de fixar perquè comenci a precipitar $\text{Zn}(\text{OH})_2$?
[1 punt]

DADES: Constant del producte de solubilitat del $\text{Zn}(\text{OH})_2$, a 20°C : $K_{\text{ps}} = 6,87 \times 10^{-17}$
 Massa molecular relativa del sulfat de zinc = 161,4
 Constant d'ionització de l'aigua, a 20°C : $K_{\text{w}} = 1,00 \times 10^{-14}$

7. La descomposició de l'ozó a l'estratosfera s'esdevé mitjançant una cadena de reaccions. La primera consisteix en el trencament d'una molècula d'oxigen en dos àtoms d'oxigen:



- a) Calculeu l'energia de la radiació electromagnètica capaç de produir aquesta reacció. Expliqueu raonadament si la radiació infraroja podria provocar el trencament de la molècula d'oxigen.

Espectre electromagnètic

Freqüència (Hz)	3×10^{19}	3×10^{16}	4×10^{14}	3×10^{11}	3×10^8
Radiació	raigs γ	raigs X	radiació UV-vis.	radiació infraroja	microones ones de ràdio

- [1 punt]
- b) Definiu el terme *orbital atòmic* segons el model ondulatori de l'àtom. Escriviu la configuració electrònica en estat fonamental de l'àtom d'oxigen i indiqueu els nombres quàntics de l'electró més intern d'aquest àtom.
[1 punt]

DADES: Nombre atòmic (Z): $Z(\text{O}) = 8$
 Nombre d'Avogadro: $N_{\text{A}} = 6,02 \times 10^{23}$
 Constant de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$



Institut
d'Estudis
Catalans