

Proves d'accés a la universitat

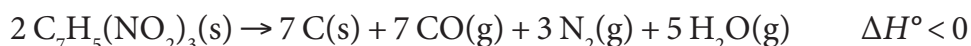
Química

Sèrie 1

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.

Cada qüestió val 2 punts.

1. El trinitrotoluen (TNT) és un explosiu molt potent que, en relació amb la nitroglicerina, té l'avantatge que és més estable en cas d'impacte, cops o fricció. La descomposició explosiva del TNT es pot representar mitjançant l'equació química següent:



- a) Calculeu la calor produïda a pressió constant en fer explotar 2,27 kg de TNT en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

- b) Justifiqueu si la variació d'entropia estàndard d'aquesta reacció (ΔS°) és positiva o negativa, i com influeix la temperatura en l'espontaneïtat d'aquesta reacció. Supposeu que l'entalpia i l'entropia no varien en funció de la temperatura.

[1 punt]

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

Entalpies estàndard de formació a 298 K:

$$\Delta H_f^\circ (\text{TNT}, \text{s}) = -364,1 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ (\text{CO}, \text{g}) = -110,3 \text{ kJ mol}^{-1};$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -241,6 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

2. Les reaccions redox s'utilitzen en molts processos de la química: per a generar energia elèctrica (pila), per a provocar reaccions químiques que no són espontànies (electròlisi) o per a obtenir substàncies de gran interès.
- a) Un grup d'estudiants vol muntar una pila al laboratori, en condicions estàndard i a 25 °C. La pila té la notació següent:



Expliqueu el procediment experimental que hauran de seguir per a construir aquesta pila i mesurar-ne la força electromotriu, i indiqueu el material i els reactius que necessitaran.

[1 punt]

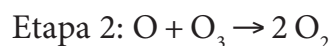
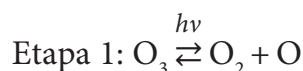
- b) En un altre experiment, els estudiants disposen de dos vasos de precipitats, cadascun dels quals conté una solució 1,0 M de nitrat de coure(II), a 25 °C. En el primer, hi introdueixen una làmina de zinc, i en el segon, un fil de plata. Justifiqueu si hi haurà reacció o no en cadascun dels vasos; en cas afirmatiu, escriviu la reacció igualada.

[1 punt]

DADES: Potencial estàndard de reducció a 25 °C:

$$E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}; E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}; E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}.$$

3. L'ozó, una substància que actua com a filtre de les radiacions solars, es pot descompondre en oxigen a l'estratosfera mitjançant un procés exotèrmic que consta de les dues etapes elementals següents:



A 300 K de temperatura, les energies d'activació són 103,0 kJ mol⁻¹ per a l'etapa 1 i 17,1 kJ mol⁻¹ per a l'etapa 2.

- a) Escriviu la reacció global del procés de descomposició de l'ozó. Feu una representació gràfica aproximada que mostri l'energia en funció de la coordenada de reacció, i assenyalau-hi les energies d'activació i la variació d'entalpia de la reacció.

[1 punt]

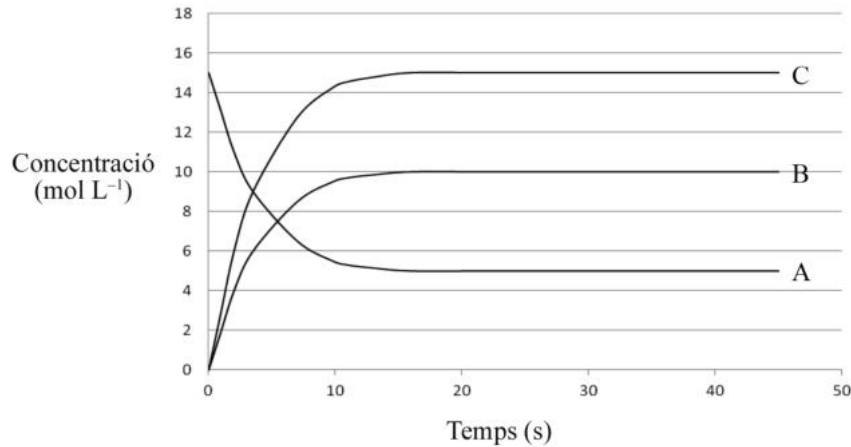
- b) A partir del model de l'estat de transició (o complex activat), expliqueu el concepte *energia d'activació* i justifiqueu quina de les dues etapes de la descomposició de l'ozó és més lenta.

[1 punt]

4. Experimentalment, hem dut a terme el seguiment de la reacció en fase gasosa següent, en un recipient tancat i a una temperatura de 300 K:



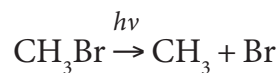
En el gràfic següent podem veure els canvis de concentració de les tres substàncies gasoses A, B i C, en funció del temps.



- a) Justifiqueu quines seran les concentracions de les substàncies A, B i C en l'equilibri, i calculeu la constant d'equilibri en concentracions (K_c) i la constant d'equilibri en pressions (K_p) d'aquesta reacció a 300 K.
[1 punt]
- b) Tenim les substàncies A, B i C en equilibri a 300 K. Com es modificaran la constant d'equilibri en concentracions i la massa de la substància A si augmentem el volum del recipient però mantenim la temperatura? Raoneu les respostes.
[1 punt]

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

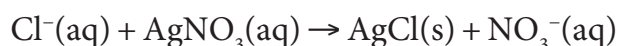
5. El bromometà (o bromur de metil) es va utilitzar com a plaguicida fins que es va començar a prohibir en molts països, a partir de l'any 2000, pel fet que genera radicals de brom (Br) que participen en el procés de reducció de la capa d'ozó a l'estratosfera. En aquesta capa de l'atmosfera pot tenir lloc la reacció de fotodissociació següent:



- a) Calculeu la freqüència i la longitud d'ona de la radiació electromagnètica capaç de trencar l'enllaç C–Br en una molècula de bromometà.
[1 punt]
- b) Definiu el terme *orbital atòmic* segons el model ondulatori de l'àtom. Escriviu la configuració electrònica de l'àtom de brom i indiqueu els nombres quàntics de l'electró més extern d'aquest àtom.
[1 punt]

DADES: Energia de l'enllaç C–Br: 276 kJ mol^{-1} .
 Nombre d'Avogadro: $N_A = 6,02 \times 10^{23}$.
 Velocitat de la llum en el buit: $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.
 Constant de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.
 Nombre atòmic: $Z(\text{Br}) = 35$.

6. La salinitat de les aigües oceàniques determina les condicions de vida dels organismes marins i varia en funció de les característiques de cada oceà. La determinació de la salinitat es duu a terme mesurant un paràmetre de l'aigua de mar, com ara la conductivitat elèctrica o la concentració d'ió clorur. Aquest darrer paràmetre es mesura mitjançant una valoració de l'ió clorur amb nitrat de plata (AgNO_3):



- a) Quan hem valorat 20,0 mL d'aigua de mar, hem necessitat 23,5 mL d'una solució de nitrat de plata 0,265 M per a poder arribar al punt final de la valoració. Calculeu la salinitat de l'aigua de mar, expressada com a concentració de NaCl en g L^{-1} .

[1 punt]

- b) Escriviu l'equació de l'equilibri de solubilitat del clorur de plata i determineu-ne la solubilitat a 25 °C, expressada en mol L^{-1} . Justifiqueu si la solubilitat del clorur de plata augmenta, disminueix o es manté en una solució aquosa concentrada de KCl.

[1 punt]

DADES: Massa molecular relativa del NaCl = 58,5.

Constant del producte de solubilitat del AgCl a 25 °C: $K_{\text{ps}} = 1,7 \times 10^{-10}$.

7. L'àcid metanoic (HCOOH), anomenat habitualment *àcid fòrmic*, es pot obtenir de les formigues. Quan una formiga ens pica, ens injecta aproximadament 0,003 mL d'àcid fòrmic pur, i aquest líquid que ens ha injectat es mescla amb 1,0 mL d'aigua del nostre cos.



- a) Calculeu la concentració de la solució aquosa d'àcid fòrmic que es forma al nostre cos quan ens pica una formiga, expressada en mol L^{-1} . Quin pH tindrà aquesta solució?

[1 punt]

- b) Per a neutralitzar les picades de formiga, podem utilitzar hidrogencarbonat de sodi (NaHCO_3). Escriviu la reacció de neutralització i calculeu la massa de NaHCO_3 que cal per a neutralitzar l'àcid fòrmic que ens injecta una formiga quan ens pica.

[1 punt]

DADES: Densitat de l'àcid fòrmic pur = $1,20 \text{ g mL}^{-1}$.

Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; Na = 23,0.

Constant d'acidesa de l'àcid fòrmic: $K_a = 1,8 \times 10^{-4}$.



Institut
d'Estudis
Catalans

Proves d'accés a la universitat

Química

Sèrie 5

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.

Cada qüestió val 2 punts.

1. L'hidròxid de magnesi, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, és un antiàcid que s'utilitza per a alleujar els símptomes d'indigestió o acidesa.

a) Escriviu la reacció de l'equilibri de solubilitat de l'hidròxid de magnesi en aigua i calculeu-ne la solubilitat a $25\text{ }^\circ\text{C}$, en mg L^{-1} , si el pH de la solució saturada és igual a 11,4.

[1 punt]

b) Quin efecte tindrà l'addició d'una solució aquosa de clorur de magnesi (MgCl_2) en la solubilitat de l'hidròxid de magnesi? I l'addició d'una solució aquosa d'àcid clorhídric (HCl)? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: $\text{H} = 1,0$; $\text{O} = 16,0$; $\text{Mg} = 24,3$.

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

2. Una de les utilitats de l'electròlisi és l'obtenció d'alguns metalls. Per exemple, el magnesi s'obté industrialment per electròlisi del clorur de magnesi (MgCl_2) procedent de salmorres o de l'aigua de mar. En aquesta electròlisi, el clorur de magnesi es troba en estat líquid o fos.

a) Escriviu les semireaccions que tenen lloc a cadascun dels elèctrodes durant el procés d'electròlisi del clorur de magnesi fos, i també la reacció iònica global. Indiqueu el nom i la polaritat dels elèctrodes.

[1 punt]

b) Calculeu la massa de magnesi que obtindrem si hi fem passar un corrent elèctric de 200 A durant 18 h.

[1 punt]

DADES: Massa atòmica relativa: $\text{Mg} = 24,3$.

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

3. El clorur d'amoni (NH_4Cl) és una sal de color blanc que té un efecte expectorant. També té aplicacions com a diürètic i com a agent acidulant.
- a) Determineu el pH a $25\text{ }^\circ\text{C}$ d'un medicament que es prepara dissolent 1,50 g de clorur d'amoni en 100 mL de solució.
[1 punt]
- b) Expliqueu com prepararíeu al laboratori el medicament de l'apartat anterior. Indiqueu les operacions que faríeu i el nom de tot el material de laboratori que utilitzaríeu.
[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: $\text{H} = 1,0$; $\text{N} = 14,0$; $\text{Cl} = 35,5$.
 Constant de basicitat de l'amoníac (NH_3) a $25\text{ }^\circ\text{C}$: $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$.
 Constant d'autoionització de l'aigua a $25\text{ }^\circ\text{C}$: $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$.

4. El bioetanol és un biocombustible que s'obté per fermentació dels sucres presents en les espècies vegetals que tenen un alt contingut en sacarosa, com ara la canya de sucre o la remolatxa, o bé un alt contingut en midó, com ara el blat, el blat de moro, l'ordi o les patates. El bioetanol es pot utilitzar com a combustible en vehicles de motor.

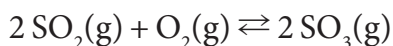


- a) Escriviu i ajusteu la reacció de combustió de l'etanol, i calculeu la variació d'entalpia estàndard a $25\text{ }^\circ\text{C}$ i la variació d'energia interna estàndard a $25\text{ }^\circ\text{C}$ del procés de combustió.
[1 punt]
- b) Calculeu la calor alliberada, a 1 atm i $25\text{ }^\circ\text{C}$, associada a la combustió d'1 L d'etanol, de densitat $0,79\text{ g cm}^{-3}$. Raoneu si la variació d'entropia en condicions estàndard, associada a la combustió de l'etanol, és positiva o negativa.
[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: $\text{H} = 1,0$; $\text{C} = 12,0$; $\text{O} = 16,0$.
 Constant universal dels gasos ideals: $R = 8,31\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$.
 Entalpies estàndard de formació a $25\text{ }^\circ\text{C}$:

Compost	ΔH_f° (kJ mol^{-1})
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285,8
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,5
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	-277,6

5. Quan es produeix la pluja àcida, un dels passos intermedis de formació d'àcid sulfúric a l'atmosfera és la reacció entre el diòxid de sofre i l'oxigen, que genera triòxid de sofre. La reacció ajustada és la següent:



La reacció és exotèrmica i la constant d'equilibri en pressions a 500 K és $K_p = 2,5 \times 10^{10}$.

- a) Un recipient tancat de 10 L a 500 K conté 2,0 mol de diòxid de sofre, 1,0 mol d'oxigen i 2,0 mol de triòxid de sofre. Expliqueu justificadament si la mescla gasosa es troba en equilibri i com evolucionarà amb el temps.

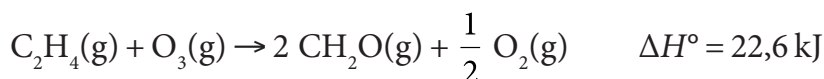
[1 punt]

- b) Quins efectes tindrà una disminució de la temperatura en l'equilibri i en la constant d'equilibri K_p ? I una disminució de la pressió total?

[1 punt]

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

6. El boirum fotoquímic (*photochemical smog*) és una mescla de fum i boira que produeix, entre altres efectes, irritació ocular. Un dels principals irritants oculars del boirum és el formaldehid (CH_2O), que es produeix per una reacció entre l'etilè (C_2H_4) i l'ozó (O_3), segons l'equació química següent:



Hem fet diferents experiments, a 25 °C, per determinar la velocitat inicial de reacció a diferents concentracions i hem obtingut els resultats següents:

Experiment	$[\text{C}_2\text{H}_4]$ (mol L^{-1})	$[\text{O}_3]$ (mol L^{-1})	Velocitat ($\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$)
1	$0,5 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-8}$	$1,0 \times 10^{-12}$
2	$1,5 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-8}$	$3,0 \times 10^{-12}$
3	$1,0 \times 10^{-7}$	$2,0 \times 10^{-8}$	$4,0 \times 10^{-12}$

- a) Determineu l'ordre de reacció de cada reactiu i l'ordre total.

[1 punt]

- b) Calculeu la constant de velocitat de la reacció a 25 °C. Quina influència té un augment de la temperatura sobre la velocitat de reacció? Justifiqueu la resposta tenint en compte la teoria de les col·lisions.

[1 punt]

7. Les energies d'ionització ens ajuden a entendre algunes diferències qualitatives entre estructures electròniques de diferents àtoms. La taula següent mostra els valors de la primera energia d'ionització del liti, el berilli i el bor.

<i>Element</i>	<i>Primera energia d'ionització (kJ mol⁻¹)</i>
Li	520,3
Be	899,5
B	800,6

- a)** Expliqueu justificadament la diferència que hi ha entre els valors de la primera energia d'ionització dels tres àtoms.

[1 punt]

- b)** Calculeu la freqüència mínima i la longitud d'ona màxima de la radiació que pot ionitzar els àtoms de liti gasós en estat fonamental.

[1 punt]

DADES: Nombres atòmics: $Z(\text{Li}) = 3$; $Z(\text{Be}) = 4$; $Z(\text{B}) = 5$.

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

Nombre d'Avogadro: $N_A = 6,023 \times 10^{23}$.

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



Institut
d'Estudis
Catalans