

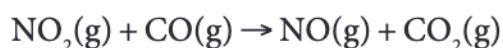
Química

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. El diòxid de nitrogen i el monòxid de carboni reaccionen en fase gasosa segons l'equació següent:



Per a poder predir el mecanisme d'aquesta reacció química a una determinada temperatura, cal conèixer prèviament quina és la seva equació de velocitat. En un estudi cinètic d'aquesta reacció efectuat en un reactor de 10 L, i mantenint la temperatura fixa a 325 °C, hem obtingut les dades experimentals següents:

<i>Experiment</i>	<i>Massa inicial de NO₂(g)</i>	<i>Massa inicial de CO(g)</i>	<i>Velocitat inicial (mol L⁻¹ s⁻¹)</i>
1	23,00	56,00	$6,338 \times 10^{-4}$
2	69,00	56,00	$5,703 \times 10^{-3}$
3	69,00	28,00	$5,703 \times 10^{-3}$
4	69,00	14,00	$5,703 \times 10^{-3}$

- a) Determineu l'ordre de reacció respecte a cada reactiu i la constant de velocitat de la reacció a 325 °C. Escriviu l'equació de velocitat de la reacció a 325 °C.

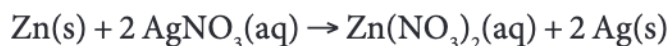
[1 punt]

- b) Què succeeix amb la velocitat de la reacció si augmentem la temperatura i mantenim constant el volum? I si augmentem el volum i mantenim constant la temperatura? Justifiqueu les respostes utilitzant el model cinètic de col·lisions.

[1 punt]

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

2. Hem muntat una pila al laboratori emprant una solució concentrada de nitrat de potassi com a pont salí. La reacció redox global que hi té lloc és la següent:



- a) Escriviu les semireaccions que es produeixen en cada elèctrode, i especifiqueu quin és l'ànode i quin el càtode. Escriviu també la notació de la pila.

[1 punt]

- b) Raoneu cap a on es mouen els ions del pont salí. Calculeu la força electromotriu (FEM) de la pila en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

DADES: Potencials estàndard de reducció a 298 K:

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

3. A l'octubre del 2018 va entrar en vigor l'aplicació d'una nova normativa d'etiquetatge dels combustibles. La gasolina, que conté isooctà (C_8H_{18}), ara s'etiqueta amb un cercle on figura el símbol E5, E10 o E85, segons que contingui un 5 %, un 10 % o el 85 % d'etanol, respectivament.

- a) Quan es crema 1,0 L d'isooctà a pressió constant, en condicions estàndard i a 298 K, s'obtenen 31 842 kJ d'energia en forma de calor. Escriviu la reacció de combustió de l'etanol líquid i justifiqueu, a partir dels càlculs necessaris, si en cremar 1,0 L d'etanol en les mateixes condicions s'obté més o menys energia en forma de calor.

[1 punt]

- b) Expliqueu de quins perills ens alerten aquests quatre pictogrames que trobem a l'etiqueta d'un bidó de gasolina E5:

[1 punt]



A



B



C



D

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

Densitat de l'etanol líquid = 780 g L⁻¹.

Entalpia estàndard de formació a 298 K:

Substància	H ₂ O(l)	etanol(l)	CO ₂ (g)
ΔH_f° (kJ mol ⁻¹)	-264	-278	-393

4. El sulfamat (solució aquosa d'àcid clorhídric, HCl) i l'amoniac són algunes de les substàncies que es fan servir habitualment en la neteja de la llar: la primera perquè actua com a desinfectant i bactericida i la segona perquè elimina bé els greixos.

a) Calculeu el pH, a 25 °C, d'una solució aquosa d'amoniac 0,20 M.

[1 punt]

b) Escriviu la reacció que es produeix en barrejar una solució aquosa d'amoniac amb sulfamat. Expliqueu el procediment experimental que seguiríeu al laboratori per determinar l'entalpia d'aquesta reacció i indiqueu el material que utilitzaríeu.

[1 punt]

DADES: Constant de basicitat de l'amoniac a 25 °C: $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$.

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

5. El benzè, C_6H_6 , és un hidrocarbur que s'utilitza industrialment com a intermediari per a fabricar altres substàncies químiques. S'ha comprovat experimentalment que el seu punt de fusió és de 6,0 °C a 1,0 atm, el seu punt triple és de 5,5 °C a 0,048 atm i el seu punt crític és de 289 °C a 48,35 atm.

a) Dibuixeu el diagrama de fases aproximat del benzè i indiqueu-hi els punts dels quals tenim dades experimentals.

[1 punt]

b) Justifiqueu si el procés de vaporització del benzè en condicions estàndard i a 70 °C és espontani. Suposeu que les variacions d'entalpia i entropia estàndard del procés de vaporització del benzè es mantenen constants en l'interval de temperatura entre 25 °C i 70 °C.

[1 punt]

DADES: Entropies estàndard absolutes a 25 °C: $S^\circ(C_6H_6, l) = 173,26 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$;

$S^\circ(C_6H_6, g) = 269,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Entalpia estàndard de vaporització del benzè a 25 °C: $\Delta H^\circ = 33,74 \text{ kJ mol}^{-1}$.

6. El magnesi s'utilitza per a protegir les canonades subterrànies de la corrosió. Aquest procediment químic, anomenat *protecció catòdica*, es duu a terme soldant trossos de magnesi a les canonades de ferro.

a) En què consisteix el procés de corrosió d'un metall? Justifiqueu per què el magnesi protegeix les canonades de ferro subterrànies.

[1 punt]

b) El magnesi metàl·lic es pot obtenir mitjançant l'electròlisi de clorur de magnesi fos. Justifiqueu quin substància gasosa es produeix a l'ànode en aquest procés electrolític. Quin volum d'aquest gas obtindrem, mesurat a 2,0 atm i 25 °C, si es fa passar un corrent de 2,50 A durant 550 minuts a través del clorur de magnesi fos?

[1 punt]

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

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

Potencials estàndard de reducció a 298 K: $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$;

$E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,34 \text{ V}$.

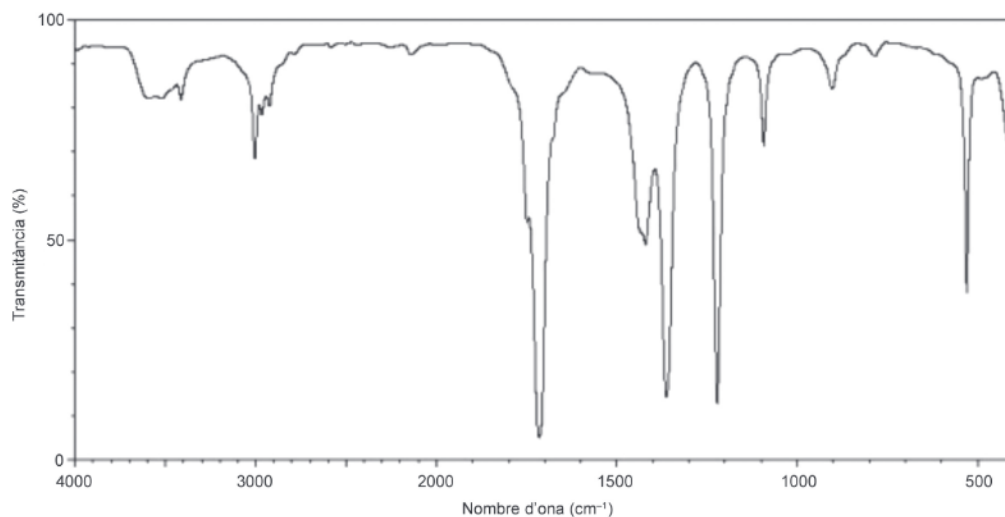
7. L'acetona, també coneguda com a *propanona*, és una substància de baix punt d'ebullició (56 °C) i miscible en aigua. Es pot obtenir industrialment mitjançant la reacció de deshidrogenació del propan-2-ol, també anomenat *2-propanol*, segons la reacció química següent en fase gasosa:



- a) Per a fabricar la màxima quantitat d'acetona, convé treballar a temperatures altes o baixes? A pressions altes o baixes? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

- b) Al laboratori, a una temperatura de 25 °C, tenim una mostra líquida que volem etiquetar, però no sabem si es tracta de l'acetona o del propan-2-ol. Mitjançant un espectrofotòmetre d'infraroig obtenim el gràfic següent per a la mostra líquida:



Expliqueu en què es basa l'espectroscòpia infraroja i què representen els pics que s'obtenen amb aquesta tècnica. A partir del gràfic anterior i de les dades de la taula següent, indiqueu a quina substància correspon la mostra líquida i justifiqueu la resposta.

[1 punt]

Dades espectroscòpiques a la regió de l'infraroig

Enllaç	Tipus de compost	Interval de nombre d'ona (cm ⁻¹)
C–H	alcans (C–C–H)	2 850-2 970; 1 340-1 470
	alquens (C=C–H)	3 010-3 095; 675-995
O–H	alcohols	3 200-3 600
	àcids carboxílics	2 500-2 700
C–O	alcohols, èters, àcids carboxílics, èsters	1 050-1 300
C=O	aldehids, cetones, àcids carboxílics, èsters	1 690-1 760



Institut
d'Estudis
Catalans



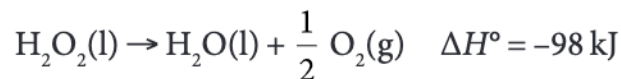
Química

Sèrie 4

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'ús de la nanotecnologia en l'àmbit de la medicina és actualment un camp d'investigació capdavanter. S'han construït nanomotors propulsats per oxigen gasós obtingut a partir de la descomposició del peròxid d'hidrogen, segons l'equació química següent:



- a) Indiqueu si la reacció de descomposició del peròxid d'hidrogen és espontània en condicions estàndard i a 298 K, i si l'espontaneïtat de la reacció depèn de la temperatura. Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

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

- b) En un dels experiments es va demostrar que les nanopartícules adquireixen més velocitat quan són il·luminades amb radiacions electromagnètiques amb longituds d'ona de 633 nm i 405 nm. Quina de les dues radiacions és més energètica? Amb quin tipus de radiació electromagnètica estem il·luminant les nanopartícules? Raoneu les respostes.

[1 punt]

DADES: Entropies estàndard a 298 K: $S^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 69,9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$;
 $S^\circ(\text{H}_2\text{O}_2, \text{l}) = 102,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; $S^\circ(\text{O}_2, \text{g}) = 205,1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

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

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

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

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 ultraviolada i visible	Radiació infraroja	Microones	Ones de ràdio

2. Uns estudiants que fan un experiment al laboratori han volgut comprovar si el magnesi i el coure poden generar hidrogen quan cadascun d'aquests metalls reacciona separatament amb una solució aquosa d'àcid clorhídric diluït. Els experiments que han dut a terme demostren que només un dels dos metalls reacciona amb l'àcid.

a) Justifiqueu els resultats experimentals, identifiqueu el metall que reacciona amb l'àcid i escriviu la reacció.

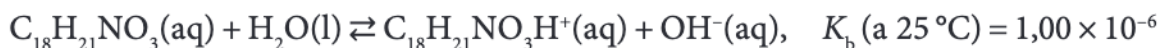
[1 punt]

b) En un altre experiment construeixen, en condicions estàndard i a 25 °C, una pila formada pels parells redox Mg^{2+}/Mg i Cu^{2+}/Cu . Escriviu les reaccions que tenen lloc a l'ànode i al càtode, i la reacció iònica global de la pila. Calculeu també la força electromotriu (FEM) d'aquesta pila.

[1 punt]

DADES: Potencials estàndard de reducció a 25 °C: $E^{\circ}(Mg^{2+}/Mg) = -2,37 V$;
 $E^{\circ}(H^{+}/H_2) = 0,00 V$; $E^{\circ}(Cu^{2+}/Cu) = 0,34 V$.

3. La codeïna ($C_{18}H_{21}NO_3$) s'obté a partir de l'opi i s'utilitza per a combatre la tos i el dolor; també es fa servir, combinada amb altres analgèsics, per a incrementar l'efecte d'aquests fàrmacs. És un compost amb propietats bàsiques i en solució aquosa reacciona de la manera següent:



a) Quan dissolem un fàrmac amb una mica d'aigua obtenim una solució aquosa de codeïna 0,020 M. Calculeu el pH d'aquesta solució a 25 °C.

[1 punt]

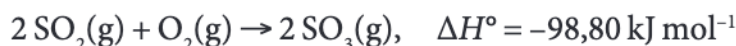
b) Valorem un xarop incolor que conté codeïna amb una solució d'àcid clorhídric. Indiqueu, raonadament, si el pH en el punt d'equivalència és àcid, neutre o bàsic. Digueu quins dels indicadors següents podríem utilitzar per a detectar el punt final d'aquesta valoració i justifiqueu les respostes.

[1 punt]

<i>Indicadors àcid-base</i>	
<i>Nom</i>	<i>Interval de viratge (pH)</i>
vermell de metil	4,8-6,0
fenolftaleïna	8,0-9,6
groc d'alitzarina	10,1-12,0

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

4. El diòxid de sofre s'origina per combustió de carbons o petrolis que contenen sofre com a impuresa. Aquest òxid es transforma en triòxid de sofre, i quan es barreja amb vapor d'aigua produeix àcid sulfúric, un dels components principals de la pluja àcida. Observeu la reacció següent:

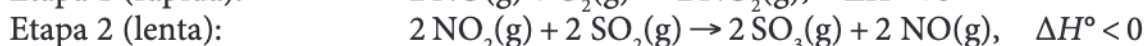


A una temperatura determinada, aquesta reacció es pot donar directament en una sola etapa (mecanisme A) o bé, de manera molt més ràpida, en presència de monòxid de nitrogen (mecanisme B).

Mecanisme A



Mecanisme B



- a) Dibuixeu, de manera aproximada, un gràfic de l'energia respecte a la coordenada de reacció per al mecanisme A, i un altre gràfic per al mecanisme B. Indiqueu en els gràfics les energies d'activació, els estats de transició (complex activat) i la variació d'entalpia de la reacció global.

[1 punt]

- b) Els estudis cinètics demostren que l'oxidació del diòxid de sofre a triòxid de sofre és una reacció d'ordre 1 respecte a l'oxigen, i d'ordre 2 respecte al diòxid de sofre. Escriviu l'equació de velocitat de la reacció i deduiu les unitats de la constant de velocitat. Expliqueu quina funció fa el monòxid de nitrogen en el mecanisme B.

[1 punt]

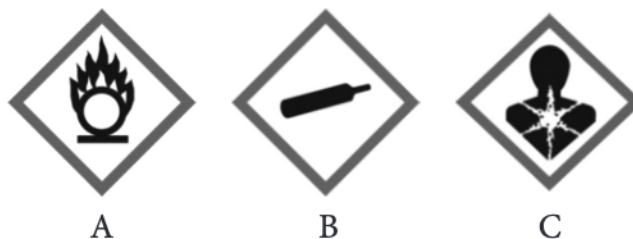
5. L'oxigen (O_2) és un gas que s'utilitza en diferents activitats industrials i sanitàries, i emmagatzemar-lo i transportar-lo requereix unes mesures de seguretat importants. En la taula següent es mostren unes quantes dades de l'oxigen:

<i>Punt de fusió</i>	<i>Punt d'ebullició</i>	<i>Punt triple</i>	<i>Punt crític</i>
55 K 1 atm	90 K 1 atm	54 K $1,5 \times 10^{-3}$ atm	154 K 49,8 atm

- a) Definiu el terme *punt triple* d'una substància. Feu un dibuix aproximat del diagrama de fases de l'oxigen, i marqueu-hi els quatre punts que figuren a la taula.

[1 punt]

- b) La fitxa de seguretat de l'oxigen conté els símbols següents:



Què volen dir aquests símbols i de quins perills ens adverteixen?

[1 punt]

6. El propà i el butà són combustibles que s'utilitzen a les llars i en la indústria. Es poden líquar fàcilment a pressió, i això facilita que es puguin transportar i vendre envasats en bombones.

a) Escriviu les reaccions de combustió del propà i del butà. Volem obtenir 1 500 kJ d'energia en forma de calor mitjançant la combustió de butà o propà a una pressió constant d'1,0 bar. Quin dels dos processos de combustió genera menys quantitat de diòxid de carboni?

[1 punt]

b) Calculeu la massa d'aigua a 20 °C que es pot escalfar fins a 80 °C si cremem 145 g de butà a una pressió constant d'1,0 bar.

[1 punt]

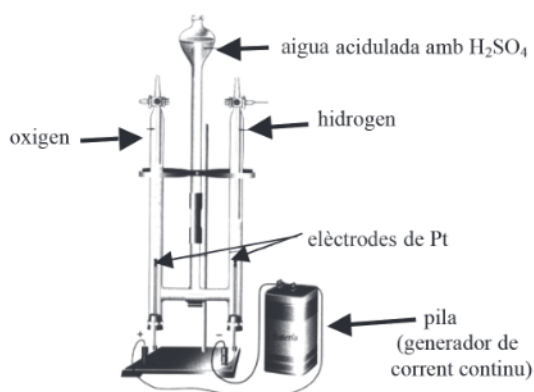
DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0.

Entalpies estàndard de combustió a 298 K: $\Delta H^\circ_{\text{comb}}$ (propà) = -2 220 kJ mol⁻¹;

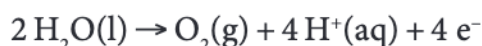
$\Delta H^\circ_{\text{comb}}$ (butà) = -2 876 kJ mol⁻¹.

Calor específica de l'aigua (entre 20 i 80 °C) = 4 180 J kg⁻¹ °C⁻¹.

7. L'electròlisi de l'aigua es pot efectuar amb un voltàmetre de Hofmann, com es mostra a la figura:



En un dels elèctrodes s'obté oxigen segons la semireacció següent:



a) Escriviu la semireacció que té lloc a l'altre elèctrode i indiqueu la polaritat de cada elèctrode. Quin gas es produeix a l'ànode i quin al càtode? En tots els processos electrolítics cal subministrar energia mitjançant una pila? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

b) El nombre d'Avogadro (N_A), que indica el nombre de partícules que conté un mol de partícules, es pot obtenir de manera experimental mitjançant una electròlisi. Al laboratori hem dut a terme una electròlisi d'aigua; hem subministrat a la cèl·lula electrolítica un corrent elèctric de 2,0 A durant 60 minuts i hem obtingut 419 mL d'oxigen, mesurats a 1,0 atm i 273 K. Calculeu el nombre d'Avogadro.

[1 punt]

DADES: Càrrega elèctrica: 1 electró = $1,60 \times 10^{-19}$ C.

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



Institut
d'Estudis
Catalans