

Contesta fins a un màxim de 5 preguntes d'entre totes les proposades a les opcions A i B de l'examen. Utilitza la taula periòdica adjunta. Pots usar la calculadora.

La puntuació màxima de cada pregunta està indicada a l'inici de la pregunta. La nota de l'examen correspon a la suma de les puntuacions de cada una de les preguntes.

OPCIÓ A

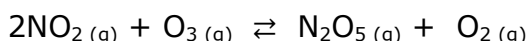
1A. (2 punts)

- a) El diòxid de nitrogen (NO_2), a més de ser un gas corrosiu per a la pell i el tracte respiratori, és un gas contaminant, que es forma en les reaccions de combustió a alta temperatura i elevades pressions.



Figura 1. Els combustibles d'origen fòssil són els principals responsables de la contaminació per diòxid de nitrogen. Aquest compost és un dels causants de la pluja àcida.

El diòxid de nitrogen (NO_2) pot reaccionar amb l'ozó present a l'atmosfera segons la reacció química ajustada següent:

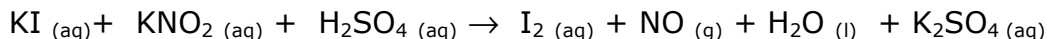


Diversos estudis experimentals han conclòs que, a una determinada temperatura, aquesta reacció segueix una cinètica de primer ordre respecte del diòxid de nitrogen i també de primer ordre respecte de l'ozó.

- i.) Escribe l'equació de velocitat de la reacció.
- ii.) A més del diòxid de nitrogen, anomena dues substàncies tòxiques produïdes pels motors de combustió interna.

- b) Anomena les substàncies següents: $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ i Na_2CO_3 .

2A. (2 punts) La reacció química següent, que té lloc en medi àcid, correspon a un procés redox:



- Ajusta la reacció iònica i molecular pel mètode de l'ió electró.
- Calcula el volum de $\text{NO}_{(g)}$ que es genera quan, en un medi àcid, reaccionen 2 mols de $\text{KI}_{(aq)}$ amb un excés de $\text{KNO}_{2(aq)}$, mesurat a 1 atm i 25 °C.

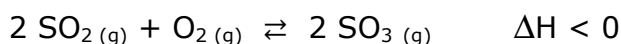
3A. (2 punts) Considera les molècules següents: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$, CHCl_3 i Cl_2O .

- Escriu l'estructura de Lewis de la molècula Cl_2O .
- Justifica la polaritat de les molècules CHCl_3 i Cl_2O .
- Indica, de forma raonada, si la molècula $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ pot formar enllaços d'hidrogen amb l'aigua.

4A. (2 punts) La dissolució aquosa del gas clorur d'hidrogen (HCl) dona com a resultat un àcid fort, l'àcid clorhídric, el qual es dissocia totalment. Aquest compost és utilitzat en nombrosos processos químics.

- Quin és el pH de 100 mL d'una dissolució aquosa de HCl 0,2 M?
- Dins un matràs aforat buit de 500 mL de capacitat, hi posam els 100 mL de la dissolució anterior de HCl i l'enrasam amb aigua destil·lada fins a obtenir un volum final de 500 mL. Quin serà el pH de la nova dissolució?
- Describeix el procediment que cal seguir per preparar 100 mL d'una dissolució de HCl 0,05 M a partir de la dissolució de l'apartat a). Fes els càlculs numèrics necessaris.

5A. (2 punts) Per a l'obtenció de l'àcid sulfúric (H_2SO_4), una de les etapes importants és l'oxidació del diòxid de sofre (SO_2) per donar triòxid de sofre (SO_3), mitjançant la reacció química ajustada següent:



Indica, de manera raonada, si les següents afirmacions relacionades amb aquest procés químic són vertaderes:

- Si augmentam la temperatura de reacció des de 25 °C a 500 °C, la producció de $\text{SO}_{3(g)}$ també augmentarà.
- Si afegim una certa quantitat de $\text{O}_{2(g)}$ al sistema, l'equilibri es desplaçarà cap a la formació de $\text{SO}_{3(g)}$.
- L'ús d'un catalitzador rebaixarà l'energia d'activació tant de la reacció directa com de la reacció inversa.
- Si reduïm a la meitat el volum del recipient on la reacció té lloc, l'equilibri químic es desplaçarà cap a la formació de $\text{SO}_{3(g)}$.

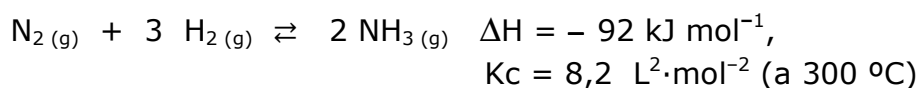
OPCIÓ B

1B. (2 punts) El fenol (C_6H_5OH) és un àcid monopròtic molt feble. Una dissolució aquosa 0,75 M d'aquest compost presenta un $pH = 5,0$.

Calcula:

- El grau de dissociació de la dissolució de C_6H_5OH 0,75 M.
- El valor de la constant d'acidesa (K_a) del fenol.
- Dins un recipient buit, es mesclen 100 mL de la dissolució de fenol 0,75 M amb 100 mL d'una dissolució de $NaOH$ 0,75 M. Considerant que els volums són additius, es pot afirmar que el pH de la mescla resultant serà neutre? Justifica la resposta.

2B. (2 punts) La formació d'amoníac, en el procés de Haber, té lloc a través de l'equilibri químic següent:



- Si inicialment s'introdueixen 1 mol de $N_{2(g)}$, 2 mols de $H_{2(g)}$ i 3 mols de $NH_{3(g)}$ en un recipient tancat i buit de 2 L, a $300 \text{ } ^\circ\text{C}$, es pot afirmar que el sistema es desplaçarà cap a la formació d'amoníac? Raona la resposta.
- Indica si aquest procés és espontani a qualsevol temperatura.
- Com modificaries la pressió per augmentar la formació de $NH_{3(g)}$ en el procés de Haber?

3B. (2 punts) Indica, de manera raonada, si són certes les afirmacions següents:

- El radi atòmic de l'anió F^- és més petit que el de l'element neutre F.
- L'àtom de S té una major afinitat electrònica que l'àtom de Cl.
- Els orbitals 2d no poden existir.
- Les espècies següents són isoelectròniques: K^+ , Ar i Ca^{2+} .

4B. (2 punts) Es construeix una pila galvànica formada per un elèctrode de Ag submergit en una dissolució de $AgNO_3$, un elèctrode de Zn submergit en una dissolució de $ZnSO_4$, un pont salí i un voltímetre.

- Escriu les reaccions que tindran lloc a l'ànode i al càtode de la pila.
- Calcula el potencial de la pila.
- Explica quina és la funció del pont salí a la pila galvànica.

Dades: $E^0 [Ag^+/Ag] = +0,799 \text{ V}$; $E^0 [Zn^{2+}/Zn] = -0,763 \text{ V}$

5B. (2 punts) Les solucions aquoses de nitrat de plata, AgNO_3 , s'utilitzen per detectar la presència d'ions clorur en solucions problema, a causa de la precipitació de clorur de plata, AgCl , que és de color blanc.

- a) Tenim una solució problema que conté ions clorur ($3,0 \cdot 10^{-7} \text{ M}$). Indica raonadament si precipitarà AgCl quan es mesclin 20 mL de la solució problema d'ions clorur amb 10 mL d'una solució $9,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ de nitrat de plata, a 298 K.

Dades: a 298 K, el valor del producte de solubilitat (K_{ps}) del clorur de plata és $2,8 \cdot 10^{-10}$. Els volums de les solucions aquoses es poden considerar additius.

- b) A la botella de nitrat de plata podem trobar els pictogrames de seguretat següents:



(1)



(2)

Quin és el significat de cada un d'aquests dos pictogrames?

Química

Model 3. Solucions

OPCIÓ A

1A. (2 punts)

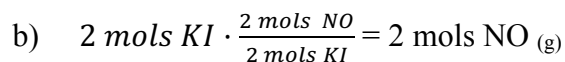
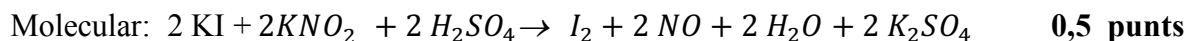
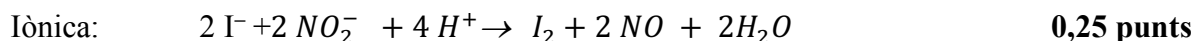
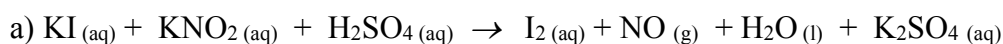
a) Pregunta competencial

- i. $v = k [\text{NO}_2] [\text{O}_3]$ 0,5 punts
- ii. NO, CO, SO_x, HCs i PMs (al menys dues d'aquestes substàncies) 0,5 punts

b) Formulació química:

H₂N-CH₂-CH₂-OH: 2-aminoetanol o etanolamina 0,5 punts
 Na₂CO₃: carbonat de sodi o trioxidcarbonat de disodi 0,5 punts

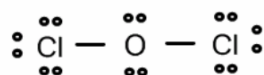
2A. (2 punts)



PV = nRT $V = 2 \cdot 0,082 \cdot (273 + 25) / 1 = 48,87 \text{ L NO}_{(\text{g})}$ 0,5 punts

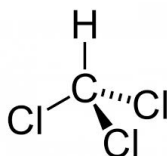
3A. (2 punts)

a) Estructura de Lewis



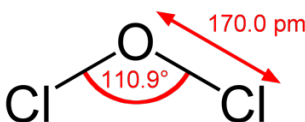
0,5 punts

- b) Polaritat: CHCl_3 és un compost polar, ja que la suma vectorial dels vectors d'enllaç no és nul·la.



0,5 punts

El compost OCl_2 presenta geometria angular, per tant no s'anul·len els vectors d'enllaç i també és una molècula polar.



0,5 punts

- c) Formació d'enllaços d'hidrogen: $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_3$
Sí, degut a l'existència d'enllaços N-H a la molècula, es poden formar enllaços d'hidrogen amb la molècula d'aigua.

0,5 punts

4A. (2 punts)

- a) HCl 0,2 M (àcid fort)

$$\text{pH} = -\log 0,2 = \mathbf{0,70}$$

0,5 punts

- b) $100,0 \text{ mL HCl} \cdot \frac{0,2 \text{ mols HCl}}{1000 \text{ mL}} = 0,02 \text{ mols HCl}$
 $M' = 0,02 \text{ mols} / 0,5 \text{ L dió}$

0,25 punts

0,25 punts

$$M' = 0,04; \text{ pH} = \mathbf{1,40}$$

0,25 punts

- c) Preparació 100 mL HCl 0,05 M a partir de HCl 0,2 M

Càlculs; 25 mL HCl 0,2 M

0,25 punts

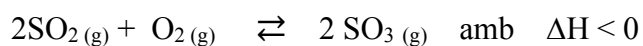
Aparells; Matràs aforat i pipeta

0,25 punts

Narració procediment correcte

0,25 punts

5A. (2 punts) 0,5 punts per apartat

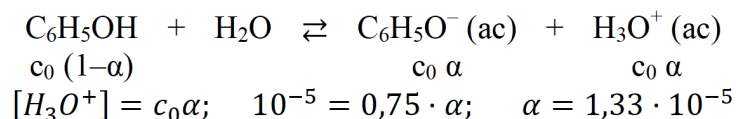


- a) Fals. Si augmentem la temperatura, la reacció es desplaçarà cap al sentit endotèrmic de l'equilibri, és a dir, cap a l'esquerra (reactius)
- b) Vertader. Pel principi de Le Chatelier, si afegim $\text{O}_2(\text{g})$ (un reactiu), la reacció es desplaçarà cap a la formació de més productes ($\text{SO}_3(\text{g})$) per restablir l'equilibri.
- c) Vertader. El catalitzador redueix tant l' E_a de la reacció directa com l' E_a de la reacció inversa.
- d) Vertader. Si reduïm el volum del reactor, la reacció es desplaçarà cap al sentit on hi hagi menys nombre de mols gasosos, és a dir cap a la dreta (per tant formació de més $\text{SO}_3(\text{g})$).

OPCIÓ B

1B. (2 punts)

a)



0,75 punts

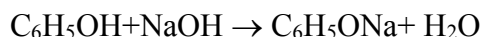
b)

$$K_a = \frac{(c_0 \alpha)^2}{c_0 (1 - \alpha)} = c_0 \alpha^2 = 0,75 \cdot (1,33 \cdot 10^{-5})^2 = 1,33 \cdot 10^{-10}$$

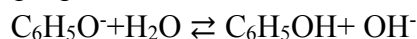
(expressió correcta de K_a 0,25 punts)

0,75 punts

- c) No, la mescla conté el mateix nombre de mols de fenol que de NaOH, per tant, tot l'àcid i la base reaccionaran i el pH vendrà determinat per la sal que es formi:



El Na^+ no experimenta hidròlisi ja que prové d'una base forta; el $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ experimenta hidròlisi ja que prové d'un àcid feble:



El pH és bàsic.

0,5 punts

2B. (2 punts)



Inicial: 1 2 3

$$Q = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3 [\text{N}_2]} = \frac{(3/2)^2}{(1/2)(2/2)^3} = \frac{2,25}{(0,5)} = 4,5$$

0,5 punts

$Q < K_{eq} \Rightarrow$ la reacció es desplaçarà cap a la dreta, formació d'amoniac **0,25 punts**

b) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$$\Delta H < 0$$

$$\Delta S < 0 \quad \Delta G = (-) - T(-) = (-) + T$$

(signe de l'entropia negatiu amb raonament correcte; 0,25 punts)

0,5 punts

Quan augmenta la temperatura, l'energia lliure de Gibbs pot assolir un valor positiu.
Per tant, el procés serà espontani a baixes temperatures. **0,25 punts**

c) Si augmentem la pressió, l'equilibri es desplaçarà cap al lloc on disminueixi el nombre de mols gasosos (Principi de Le Chatelier). Per tant, cap als productes. **0,5 punts**

3B. (2 punts) 0,5 punts cada apartat

- a) Fals. L'ió F^- té 9 protons i 10 electrons mentre que l'element F té 9 electrons i 9 protons. Per tant, l'anió presenta menor càrrega nuclear efectiva, el qual implica un major radi.
- b) Fals. Quan capta un electró el Cl adquireix la configuració de gas noble, mentre que el sofre es queda tan sols amb 7 electrons a la darrera capa.
- c) Vertader. Per al suposat orbital 2d, $n=2$ i per tant l no pot valer 2.
- d) Vertader. Totes les espècies tenen 18 electrons (configuració electrònica)

4B. (2 punts)

- a) L'ànode és l'elèctrode on té lloc la reacció d'oxidació.
Comparant els potencials de reducció, el catió plata es reduirà i el Zn s'oxidarà.
Per tant, a l'ànode:

$$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2 e^-$$
0,5 punts
 i al càtode:

$$Ag^+ + 1e^- \rightarrow Ag$$
0,5 punts
- b) $E_{pila} = E_{red}(Ag^+/Ag) - E_{red}(Zn^{2+}/Zn)$
 $E_{pila} = 0,799 - (-0,763) = 1,562 \text{ V}$
0,5 punts
- c) Funció principal del pont salí: Mantenir la neutralitat elèctrica a cada semicel·la.
 (Permetre el contacte elèctric entre les dues dissolucions presents a cada una de les cel·les on es donen l'oxidació i la reducció, tancant el circuit; 0,25 punts) **0,5 punts**

5B. (2 punts)

- a) $[Cl^-] = 3,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}; \quad 20 \text{ mL}$
 $[Ag^+] = 9,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}; \quad 10 \text{ mL}$

$$\text{Cl}^-: 20 \text{ mL dió } \frac{3,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol Cl}^-}{1000 \text{ mL dió}} = 6 \cdot 10^{-9} \text{ mol Cl}^-$$

$$\text{Ag}^+: 10 \text{ mL dió } \frac{9,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol Cl}^-}{1000 \text{ mL dió}} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ mol Ag}^+$$

En els 30 mL: $[\text{Cl}^-] = 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$; $[\text{Ag}^+] = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ (0,25 per a cada un) **0,5 punts**

Per tant: $[\text{Cl}^-][\text{Ag}^+] = 3,0 \cdot 10^{-4} \cdot 2,0 \cdot 10^{-7} = 6,0 \cdot 10^{-11} < K_{ps} (2,8 \cdot 10^{-10})$ **0,25 punts**

No es podrà detectar la presència d'ions clorur ja que no hi haurà precipitat **0,25 punts**

b)



(1) Corrosiu



(2) Perillós per al medi ambient aquàtic

1 punt