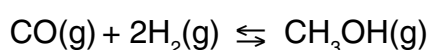




## PAU. Curs 2005-2006

Contesteu a les preguntes 1, 2 i 3,  
i a la 4 i la 5 d'una de les dues opcions: A o B.

1. La síntesi del metanol (alcohol metílic) es basa en l'equilibri següent:



En un reactor cilíndric d'1 litre de capacitat es disposen 2 mol de CO i 2 mol d'hidrogen, i s'escalfa el conjunt fins a 600 K. Considerant que, un cop assolit l'equilibri a aquesta temperatura, s'han format 0,8 mol de metanol:

- a) Calculeu els mols de cada substància un cop assolit l'equilibri. [0,5 punts]
- b) Calculeu el valor de  $K_p$  a 600 K. [1 punt]
- c) Indiqueu l'efecte que produirà sobre l'equilibri un augment del volum del recipient (imagineu-vos que el cilindre està dotat d'un pistó que permet la variació del seu volum). Raoneu la resposta. [0,5 punts]

Dades:  $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

2. Es disposa d'una solució d'hidròxid de potassi del 2,380% en massa i densitat  $1,020 \text{ g cm}^{-3}$ .

- a) Calculeu el pH d'aquesta solució. [0,5 punts]
- b) S'utilitza aquesta solució per valorar  $20,0 \text{ cm}^3$  d'una dissolució d'àcid sulfúric i s'arriba al punt d'equivalència amb un volum de  $18,2 \text{ cm}^3$ . Calculeu la molaritat de l'àcid sulfúric. [0,5 punts]
- c) Expliqueu el procediment que seguiríeu al laboratori per dur a terme la valoració anterior, indicant el material i l'indicador emprats. Podríeu llençar per la pica del laboratori la dissolució un cop valorada? [1 punt]

Dades:  $K = 39,1$ ;  $H = 1,0$ ;  $O = 16,0$

3. El sulfat d'estranci és una sal molt poc soluble en aigua. En evaporar tota l'aigua present en 250 mL d'una solució saturada a 25 °C de sulfat d'estranci s'obtenen 26,0 mg d'aquesta sal.
- a) Calculeu la solubilitat a 25 °C del sulfat d'estranci en aigua i expresseu-ne el resultat en mol L<sup>-1</sup>. [0,5 punts]
  - b) Calculeu la constant producte de solubilitat de la sal a 25 °C. [0,5 punts]
  - c) Raoneu si es formarà precipitat de sulfat d'estranci quan es mesclin volums iguals de sengles dissolucions de sulfat de sodi 0,020 M i de clorur d'estranci 0,010 M. [0,7 punts]
  - d) Indiqueu i raoneu el valor del producte de solubilitat a 25 °C del sulfat d'estranci en una dissolució 1,00 M de clorur de sodi. [0,3 punts]

Dades: S = 32,1; O = 16,0; Sr = 87,6

4. El cinabri és un mineral que conté sulfur de mercuri (II). Una mostra de cinabri es fa reaccionar amb àcid nítric concentrat de manera que el sulfur de mercuri (II) present en el mineral reacciona amb l'àcid formant aigua, monòxid de nitrogen i sulfat de mercuri (II).
- a) Iguaieu la reacció pel mètode de l'ió-electró. [0,8 punts]
- b) Indiqueu l'espècie que s'oxida i la que es redueix. [0,4 punts]
- c) Calculeu el volum d'àcid nítric 13,0 M que reaccionarà amb el sulfur de mercuri (II) present en 10,0 g d'un cinabri que té un 92,5% de sulfur de mercuri (II). [0,8 punts]

Dades: Hg = 200,6; S = 32,1

5. Aplicant la teoria de la repulsió dels parells d'electrons de la capa de valència, establiu la geometria de les molècules següents:
- a)  $\text{CF}_4$ ,  $\text{NF}_3$  i  $\text{BF}_3$ . [0,75 punts]
- b) Raoneu en cada cas si la molècula serà polar o apolar. [0,45 punts]
- c) Definiu àcid i base de Lewis i raoneu si alguna de les molècules indicades en l'apartat a) podrà actuar d'àcid o de base de Lewis. [0,8 punts]

Dades: nombres atòmics:    B;    Z = 5  
                                      C;    Z = 6  
                                      N;    Z = 7  
                                      F;    Z = 9

4. Durant tres hores es fa circular un corrent continu constant per dues cel·les d'electròlisi disposades en sèrie amb sengles dissolucions de  $\text{AgNO}_3$  i  $\text{CuSO}_4$ . Passat aquest temps, en la cel·la que conté  $\text{AgNO}_3$  s'han dipositat 0,600 g de plata metàl·lica.
- a) Dibuixeu l'esquema associat a aquesta electròlisi (amb les dues cel·les en sèrie) i justifiqueu en quin elèctrode es dipositarà la plata metàl·lica. Quin nom té aquest elèctrode? [0,6 punts]
- b) Calculeu la intensitat de corrent elèctric que ha circulat per les cel·les electrolítiques. [0,6 punts]
- c) Calculeu la massa de coure metàl·lic que s'haurà dipositat en la segona cel·la passades les tres hores. Quin nom rep l'elèctrode on s'ha dipositat el coure? [0,8 punts]

Dades:  $F = 96\,485\text{ C}$ ;  $\text{Ag} = 107,8$ ;  $\text{Cu} = 63,5$

5. En les quatre qüestions següents, trieu **l'única resposta** que considereu vàlida (no cal justificar-la). Cada resposta errònia descompta un 33% de la puntuació prevista per a cada pregunta. Per contra, les preguntes no contestades no tindran cap descompte.

Escriuiu les vostres respostes en el quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (a, b, c o d).

[0,5 punts per qüestió encertada]

- 5.1. Per a la reacció:  $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = 58,2 \text{ kJ}$

si, un cop assolit l'equilibri, volem augmentar la concentració de diòxid de nitrogen:

- a) caldrà escalfar el sistema.
  - b) caldrà incorporar un catalitzador.
  - c) caldrà modificar l'estequiometria de la reacció.
  - d) caldrà disminuir la temperatura.
- 5.2. En el procés siderúrgic  $\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s}) + 3 \text{CO} (\text{g}) \rightarrow 2 \text{Fe} (\text{s}) + 3 \text{CO}_2 (\text{g})$ :
- a) el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  s'oxida.
  - b) el CO es redueix.
  - c) el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  es redueix.
  - d) cap dels casos anteriors, atès que cal considerar la reacció en sentit contrari.
- 5.3. Indiqueu l'única afirmació correcta de les proposicions següents:
- a) l'aigua entra en ebullició quan s'evapora.
  - b) l'evaporació de l'aigua és un procés exotèrmic.
  - c) l'aigua pot entrar en ebullició per sota de  $100^\circ\text{C}$ .
  - d) l'aigua sempre entrarà en ebullició a  $100^\circ\text{C}$ .
- 5.4. Indiqueu l'única afirmació correcta:
- a) el iode és un element polar molt soluble en tetraclorur de carboni.
  - b) l'aigua dissol molts compostos iònics ja que és una substància iònica.
  - c) el metà és un gas que fon a altes temperatures donat que s'estableixen enllaços d'hidrogen molt intensos entre les seves molècules.
  - d) tenir enllaços polars no és condició suficient per tal que una molècula sigui polar.



## PAU. Curs 2005-2006

Contesteu a les preguntes 1, 2 i 3,  
i a la 4 i la 5 d'una de les dues opcions: A o B.

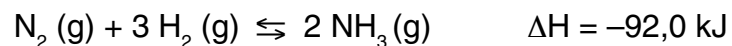
1. L'àcid fluorhídric és un àcid feble amb una  $K_a = 7,20 \cdot 10^{-4}$ . Disposem d'una dissolució  $5,00 \cdot 10^{-2}$  M d'aquest àcid.
- a) Calculeu el pH d'aquesta dissolució. [0,8 punts]
  - b) Calculeu la massa d'hidròxid d'alumini que reaccionarà estequiomètricament amb 200 mL d'aquesta dissolució. [0,6 punts]
  - c) Definiu dissolució amortidora (o reguladora) i raoneu el valor aproximat que presentarà el pH en el punt d'equivalència quan es valori una dissolució d'àcid fluorhídric amb una dissolució d'hidròxid de sodi. [0,6 punts]

Dades: Al = 27,0; H = 1,01; O = 16,0

2. Disposem d'una làmina de coure, d'una de ferro i de dues dissolucions aquoses: una de sulfat de ferro (II) 1,0 M i l'altra de sulfat de coure (II) 1,0 M.
- a) Expliqueu com construiríeu una pila amb aquestes substàncies al laboratori. [0,6 punts]
  - b) Indiqueu el càtode i l'ànode de la pila, llurs polaritats i les reaccions que hi tenen lloc. [0,5 punts]
  - c) Calculeu la força electromotriu estàndard a 25 °C d'aquesta pila. [0,5 punts]
  - d) Escriviu la notació de la pila formada a partir de les substàncies esmentades. [0,4 punts]

Dades: a 25 °C:  $E^\theta(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,340$  V;  $E^\theta(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,440$  V

3. La síntesi de l'amoníac pel procés de Haber i Bosch ve expressada per la reacció següent:



En un recipient de 2 L i a 400 K es troben en equilibri 0,80 mol d'amoníac, 0,40 mol de nitrogen i 0,50 mol d'hidrogen.

- a) Calculeu la constant d'equilibri  $K_c$  a 400 K. [0,6 punts]
- b) Calculeu els mols de nitrogen que caldria introduir en el sistema, sense variar la temperatura i el volum, per assolir un nou equilibri amb 1 mol d'amoníac. [0,8 punts]
- c) Indiqueu dues possibles maneres d'augmentar el rendiment de la reacció de formació d'amoníac. [0,6 punts]

4. El metanol líquid pot esdevenir un combustible de futur per als vehicles de motor.
- a) Escriviu la reacció de combustió del metanol. [0,4 punts]
  - b) Calculeu la variació d'entalpia estàndard a 25 °C del procés de combustió. [0,6 punts]
  - c) Calculeu l'energia alliberada, en condicions estàndard a 25 °C, associada a la combustió d'1 L de metanol. [0,5 punts]
  - d) Raoneu si la variació d'entropia, en condicions estàndard a 25 °C, associada a la combustió del metanol serà positiva o negativa. [0,5 punts]

Dades:

entalpies estàndard de formació a 25 °C: metanol líquid:  $-238,7 \text{ kJ/mol}$   
diòxid de carboni gas:  $-393,5 \text{ kJ/mol}$   
aigua líquida:  $-285,6 \text{ kJ/mol}$   
densitat del metanol líquid a 25 °C:  $0,800 \text{ g cm}^{-3}$   
masses atòmiques: C = 12,0; O = 16,0; H = 1,0

5. A 1 L de dissolució de sulfat de magnesi 0,10 M s'hi va afegint gota a gota una dissolució concentrada d'hidròxid de sodi fins a aconseguir que el pH sigui 9,0. Considerant que el nombre de gotes de dissolució d'hidròxid de sodi afegides és tan petit que no comporta cap canvi en el volum de la dissolució:
- a) Calculeu la concentració d'ions hidròxid de la dissolució a pH = 9,0. [0,5 punts]
  - b) Raoneu si precipitarà hidròxid de magnesi a pH = 9,0. [1 punt]
  - c) Expliqueu com solubilitzaríeu un precipitat d'hidròxid de magnesi. [0,5 punts]

Dades:  $K_{ps}$  de l'hidròxid de magnesi =  $1,20 \cdot 10^{-11}$



4. En presència d'acid sulfúric, el permanganat de potassi ( $\text{KMnO}_4$ ) reacciona amb el peròxid d'hidrogen ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) per tal de donar oxigen, sulfat de manganès (II), sulfat de potassi i aigua.
- a) Escriviu la reacció i ajusteu-la pel mètode de l'ió-electró. [0,8 punts]
  - b) Calculeu el volum d'oxigen que s'alliberarà a  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  i  $25^\circ\text{C}$  quan 15 mL d'una dissolució de permanganat de potassi 0,100 M hagin reaccionat amb la quantitat estequiomètrica d' $\text{H}_2\text{O}_2$ . [0,8 punts]
  - c) És perillós preparar una dissolució aquosa concentrada d'acid sulfúric? Per quina raó? Com s'ha de preparar adequadament aquesta dissolució? Expliqueu les precaucions que cal prendre a l'hora de treballar amb l'acid sulfúric concentrat al laboratori. [0,4 punts]

Dades:  $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

5. En les quatre qüestions següents, trieu **l'única resposta** que considereu vàlida (no cal justificar-la). Cada resposta errònia descompta un 33% de la puntuació prevista per a cada pregunta. Per contra, les preguntes no contestades no tindran cap descompte.

Escriviu les vostres respostes en el quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (a, b, c o d).

[0,5 punts per qüestió encertada]

- 5.1. Per dissoldre un precipitat de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , quin pH serà més convenient que tingui la dissolució?
- a) pH = 2,0.
  - b) pH = 7,0.
  - c) pH = 10,0.
  - d) El pH no té cap efecte en la redissolució del  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .
- 5.2. Si afegim aigua destil·lada a una dissolució saturada de AgCl en equilibri amb la sal sòlida:
- a) no passarà res, perquè el  $K_{ps}$  no varia.
  - b) no passarà res, perquè no varia la quantitat present de cada ió.
  - c) part del sòlid es dissoldrà i passarà a la dissolució.
  - d) no es pot dir res, perquè caldria conèixer el nou valor del  $K_{ps}$ .
- 5.3. El producte de solubilitat d'una sal en aigua:
- a) no varia encara que la dissolució contingui altres sals amb algun ió comú.
  - b) és més gran quan les sals són molt insolubles.
  - c) és molt petit per a les sals dels ions monovalents.
  - d) té un valor semblant per a totes les sals d'un mateix anió.
- 5.4. A una determinada temperatura, el  $K_{ps}$  del  $\text{BaSO}_3$  és, aproximadament, 4 vegades més gran que el del  $\text{BaSO}_4$ . Per tant,
- a) la solubilitat del  $\text{BaSO}_3$  és 4 vegades més gran que la del  $\text{BaSO}_4$ .
  - b) la solubilitat del  $\text{BaSO}_3$  és 2 vegades menor que la del  $\text{BaSO}_4$ .
  - c) el nombre d'ions per unitat de volum a la dissolució de  $\text{BaSO}_3$  és 4 vegades més petit que a la del  $\text{BaSO}_4$ .
  - d) el nombre d'ions per unitat de volum a la dissolució de  $\text{BaSO}_3$  és el doble que a la del  $\text{BaSO}_4$ .

**SÈRIE 1**

Com a norma general, tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades. Si un apartat necessita un resultat anterior i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del valor numèric, fixant-se en el procediment de resolució (sempre que, evidentment, els valors emprats i/o els resultats no siguin absurds)

**1. Síntesi del metanol**

- a) Mols presents en l'equilibri:  $\text{CO} = 1,2 \text{ mol}$  ;  $\text{H}_2 = 0,4 \text{ mol}$  i  $\text{Me-OH} = 0,8 \text{ mol}$ . [0,5 punts]
- b) El càlcul de  $K_p$  es pot fer a través del valor de les pressions parcials en l'equilibri o bé calculant prèviament el valor de  $K_c$ . Es puntuarà correctament l'exercici tant si el càlcul es fa emprant atmosferes com Pa com unitats de pressió.  
 Procediment 1: càlcul de les pressions parcials  
 $p(\text{Me-OH}) = 3.99 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 39.4 \text{ atm}$   
 $p(\text{H}_2) = 2.00 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 19,7 \text{ atm}$   
 $p(\text{CO}) = 6.00 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 59,0 \text{ atm}$   
 o bé: Procediment 2: a través del càlcul previ de càlcul de  $K_c$   
 $K_c = 4,17$  [0,6 punts]  
 Càlcul de  $K_p$   
 $K_p = 1,68 \cdot 10^{-13}$  (treballant en Pa) o bé  $1,72 \cdot 10^{-3}$  (si es treballa en atmosferes) [0,4 punts]  
 Per bé que  $K_c$  i  $K_p$  siguin constants addimensionals, es considerarà correcte la resposta encara que l'estudiant hagi expressat el valor d'aquestes constants amb unitats.
- c) L'augment del volum del reactor provocarà un desplaçament de l'equilibri inicial cap a la formació de  $\text{CO}$  i  $\text{H}_2$  (desplaçament de la reacció cap a on es formi un nombre major de mols de gas) [0,5 punts]

**2. Dissolució de KOH**

- a) Molaritat de la dissolució de  $\text{KOH} = 0,433 \text{ M}$  [0,3 punts]  
 $\text{pOH} = 0,363$  ;  $\text{pH} = 13,64$  [0,2 punts]
- b) Molaritat de la dissolució d'  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,197 \text{ M}$  [0,5 punts]
- c)

**Material de laboratori:** bureta de 25 mL, pipeta aforada (o de doble aforament) de 20 mL. Si no se'n disposa, pot usar-se una pipeta graduada de 25 mL, tot i que això comporta un xic més d'error. Ernmeyer de 125 o 250 mL. Material auxiliar: comptagotes o pipeta Pasteur, embut petit, vas de precipitats de 50 mL, flascó rentador amb aigua destil·lada. [0,30 punts]

**Reactius:** Donat que estem valorant un àcid fort amb una base forta (punt d'equivalència a  $\text{pH} = 7,0$ ) podem utilitzar qualsevol dels següents indicadors: roig de fenol (6,4 groc – 8,2 roig) blau de bromotimol (6,0 groc – 7,6 blau), fenolftaleïna (8,2 incolor – 9,6 porpra) o roig de metil (4,4 roig – 6,2 groc taronja). [0,15 punts]

**Procediment:** Es carrega una bureta de 25 mL (per exemple usant un vas de precipitats de 50 mL) amb la dissolució d'hidròxid de potassi (ens podem ajudar amb un petit embut). Cal evitar deixar bombolles d'aire a dins de la bureta i anar amb compte amb els vessaments. Amb una pipeta aforada (o de doble aforament) pipetegem, amb l'ajut d'una pera o un altre estri d'aspiració, 20 mL de la dissolució d'  $\text{H}_2\text{SO}_4$  i els disposem (caiguda per gravetat) dins d'un matràs erlenmeyer de 125 o 250 mL (podem rentar les parets de l'erlenmeyer amb un xic d'aigua procedent d'una flascó rentador). Dins del matràs erlenmeyer disposem dues o tres gotes de la dissolució d'indicador. Obrim la clau de la bureta i deixem caure la dissolució d'hidròxid de potassi sobre la d'  $\text{H}_2\text{SO}_4$  agitant contínuament el contingut de l'erlenmeyer. Quan veiem que l'indicador fa intenció de canviar de color, addicionem la dissolució de  $\text{KOH}$  gota a gota fins observar el canvi de coloració de l'indicador. Tanquem la clau de la bureta i anotem el volum consumit de dissolució de  $\text{KOH}$ , tot evitant errors de paralatge. [0,40 punts]

**Residus:** La dissolució valorada, com és neutra ( $\text{K}_2\text{SO}_4$  i  $\text{H}_2\text{O}$ ) en el punt d'equivalència, es pot llençar per la pica sense que això suposi cap risc o problema ambiental. [0,15 punts]

3. Equilibri de solubilitat

- a) Per factors de conversió: solubilitat del  $\text{SrSO}_4 = 5,66 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ . [0,5 punts]
- b)  $K_{ps} = 3,2 \cdot 10^{-7}$  [0,5 punts]
- c)  $[\text{SO}_4^{2-}] = 1,0 \cdot 10^{-2}$ ;  $[\text{Sr}^{2+}] = 5,0 \cdot 10^{-3}$  [0,4 punts]  
 $[\text{SO}_4^{2-}][\text{Sr}^{2+}] = 5,0 \cdot 10^{-5} > K_{ps}$  cosa que indica que es formarà precipitat [0,3 punts]
- d) El producte de solubilitat tan sols varia amb la temperatura. D'aquesta manera, el valor del producte de solubilitat serà el mateix que el calculat en l'apartat b). [0,3 punts]

## OPCIÓ A

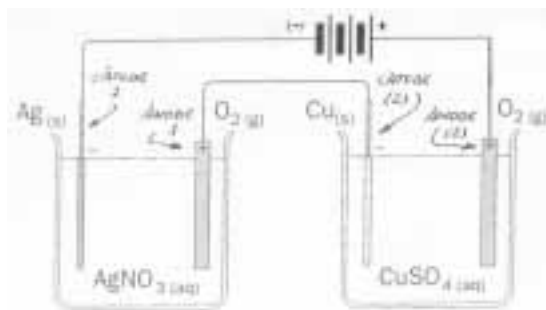
4. Oxidació del cinabri

- a) Reacció igualada:  $8 \text{ HNO}_3 + 3 \text{ HgS} \rightarrow 8 \text{ NO} + 3 \text{ HgSO}_4 + 4 \text{ H}_2\text{O}$  [0,8 punt]
- b) el compost que s'oxida és el  $\text{HgS}$  (de fet l'anió sulfur) i el que és redueix és el  $\text{HNO}_3$  (de fet l'anió  $\text{NO}_3^-$ ). [0,4 punt]
- b) Per factors de conversió:  $V = 8,15 \text{ mL}$  de dissolució d'àcid nítric.  
*Si la reacció està mal igualada, ja ho hem penalitzat en l'apartat a). Ara no ho hem de tornar a penalitzar.* [0,8 punt]

5. Estructures moleculars

- a)  $\text{CF}_4$  = tetraèdrica;  $\text{NF}_3$  = piràmide triangular;  $\text{BF}_3$  = plana triangular [1 punt]  
 (0,25 punts per molècula ben descrita)
- b) És polar el  $\text{NF}_3$ , les altres dues són apolars [1 punt]  
 (0,15 punts per molècula ben descrita)]

## OPCIÓ B

4. Electròlisi

[ESQUEMA 0,3 punts]

- a) La plata metàl·lica es dipositarà en el càtode (és l'electrode cap a on viatgen els cations, atès que el càtode en les electròlisis té la polaritat negativa). [0,3 punts]
- b) Donat que s'han dipositat 0,600 g de Ag, podem calcular que la càrrega passada per ambdues cel·les ha estat 537 C. A partir de la càrrega i del temps, podem calcular la intensitat de corrent.  $I = 50 \text{ mA}$  [0,3 + 0,3 punts]
- c) Per factors de conversió o bé per la llei de Coulomb podem calcular la massa de coure dipositada en la segona cel·la. Massa de Cu = 0,1767 g. [0,6 punts]  
*Si la càrrega ha estat mal igualada, ja ho hem penalitzat en l'apartat b). Ara no ho hem de tornar a penalitzar.*  
 El coure es dipositarà en el càtode de la segona cel·la. [0,2 punts]

5. respostes a les preguntes (no cal justificació)

- 5.1 resposta correcta: (a) [0,5 punts]
- 5.2 resposta correcta: (c) [0,5 punts]
- 5.3 resposta correcta: (c) [0,5 punts]
- 5.4 resposta correcta: (d) [0,5 punts]

## SÈRIE 3

Com a norma general, tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades. Si un apartat necessita un resultat anterior i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del valor numèric, fixant-se en el procediment de resolució (sempre que, evidentment, els valors emprats i/o els resultats no siguin absurds)

Problema de l'HF

1.

- a) El càlcul del pH passa per la resolució de l'equació:

$$7,20 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{5,00 \cdot 10^{-2} - x}$$

de la que s'obté:  $x = [\text{H}^+] = 5,65 \cdot 10^{-3} \text{ M}$  i  $\text{pH} = 2,25$

si es fa l'aproximació:  $x \ll 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ M}$  s'obté:  $x = [\text{H}^+] = 6,00 \cdot 10^{-3} \text{ M}$  i  $\text{pH} = 2,22$

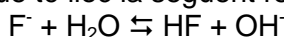
L'aplicació de l'aproximació suposa un error d'un 6% sobre la  $[\text{H}^+]$ , per bé que té poca influència sobre el pH.

La puntuació de la resolució correcta, sense considerar l'aproximació, serà de 0,8 punts. Si s'aplica l'aproximació, sense discutir la seva implicació sobre el resultat, i s'arriba al resultat indicat anteriorment la puntuació serà de 0,6 punts. [0,8 punts]

- b) Per factors de conversió s'obté: massa de
- $\text{Al}(\text{OH})_3 = 0,260 \text{ g}$
- [0,6 punts]

- c) Definició de dissolució amortidora: és aquella dissolució en la que el pH es modifica molt poc quan es dilueix o bé s'hi afegeixen quantitats moderades d'àcids o bases. [0,3 punts]

El pH del punt d'equivalència es trobarà per sobre de 7 (lleugerament bàsic). En el punt d'equivalència, l'àcid fluorhídric ha reaccionat estequiomètricament amb el NaOH formant NaF i aigua. En front de l'aigua, l'ió fluorur (base conjugada de l'àcid fluorhídric) presenta un caràcter bàsic, de manera que té lloc la següent reacció:



que permet justificar la lleugera alcalinitat de les dissolucions de NaF. [0,3 punts]

2. Pila coure - ferro

- a) Es necessiten dos recipients (per exemple dos vasos de precipitats), En un hi disposarem la dissolució de sulfat de ferro (II) i la làmina de ferro, mentre que en l'altre hi disposarem la dissolució de sulfat de coure (II) i la làmina de coure. Es posen en contacte les dissolucions dels dos recipients mitjançant un pont salí (conductor iònic) i es connecten entre si els dos metalls, per exemple mitjançant un fil de coure o un altre conductor de primera espècie (circuit extern amb conducció electrònica).

Abans de disposar els dos metalls en les corresponents dissolucions és convenient netejar la seva superfície fent us d'un paper de vidre per tal d'eliminar el possible òxid. També els podem netejar submergint-los uns instants en dissolucions d'HCl (en el cas del Fe) o de  $\text{HNO}_3$  (en el cas del Cu) i, en acabat, rentar-los amb aigua. [0,6 punts]

- b)
- $f.e.m = E^\theta (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\theta (\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = 0,340 - (-0,440) = 0,780 \text{ V}$
- [0,5 punts]

- c) Ànode: reacció anòdica:
- $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$
- (oxidació del Fe)

Càtode: reacció catòdica  $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$  (reducció de l'ió  $\text{Ag}^+$ )

L'ànode té polaritat negativa (els electrons resten en el metall) mentre que el càtode té polaritat positiva atès que en ell hi ha un consum d'electrons. [0,5 punts]

- d)
- $\text{Fe(s)} / \text{FeSO}_4 (\text{aq}, 1 \text{ M}) // \text{CuSO}_4 (\text{aq}, 1 \text{ M}) / \text{Cu(s)}$
- [0,4 punts]

3. Síntesi de l'amoníac

- a) Les concentracions de les espècies en l'equilibri són:  $[\text{NH}_3] = 0,40 \text{ M}$  ;  $[\text{N}_2] = 0,20 \text{ M}$  i  $[\text{H}_2] = 0,25 \text{ M}$ . [0,2 punts]

Aquestes concentracions permeten calcular una  $K_c = 51,28$

[0,4 punts]

- b)
- |                             |                  |   |                 |                      |                    |
|-----------------------------|------------------|---|-----------------|----------------------|--------------------|
|                             | $\text{N}_2$     | + | $3 \text{ H}_2$ | $\rightleftharpoons$ | $2 \text{ NH}_3$   |
| mols en l'equilibri inicial | 0,40             |   | 0,50            |                      | 0,80               |
| mols en el nou equilibri    | $n + 0,40 - 0,1$ |   | $0,50 - 0,3$    |                      | $0,80 + 0,2 = 1,0$ |
| concentracions              | $(n + 0,3)/2$    |   | $0,2/2$         |                      | $\frac{1}{2}$      |

la descripció de la nova situació d'equilibri (mols o concentracions) es puntuarà amb [0,45 punts]

El valor  $n$ , obtingut substituint en l'equació de la constant d'equilibri els valors de les concentracions anteriors, és :  $n = 9,45 \text{ mol de N}_2$  [0,35 punts]

- c) Donat que la reacció és exotèrmica, podem augmentar el rendiment disminuint la temperatura. També s'augmenta el rendiment augmentant la concentració d'un dels reactius o bé del dos. Augmentant la pressió (o disminuint el volum del reactor) també afavorim la formació d'amoníac per desplaçament de la reacció cap a on hi ha menys nombre de mols de gas. Dues qualsevol d'aquestes raons es puntuaran amb: [0,6 punts]

## OPCIÓ A

4. Combustió del metanol

- a) Reacció de combustió del metanol:  $\text{CH}_3\text{-OH (l)} + 3/2 \text{ O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + 2 \text{ H}_2\text{O (l)}$  [0,4 punt]
- b)  $\Delta H^\circ_{\text{combustió, } 25^\circ\text{C}} = 2 (-285,6) + (-393,5) - (-238,7) = - 726 \text{ kJ mol}^{-1}$  [0,6 punt]
- c) per factors de conversió: energia alliberada = 18 150 kJ [0,5 punt]
- d) cap esperar que la variació entròpica associada a la reacció sigui negativa, atès que hi ha un guany en l'ordre molecular (disminució del nombre de mols d'espècies gasoses) en el decurs de la reacció. [0,5 punt]

5. Equilibri de solubilitat

- a) Si el pH és 9,0 la concentració de  $\text{OH}^-$  serà  $10^{-5} \text{ M}$  [0,5 punts]
- b) Per saber si precipitarà la sal hem de calcular la concentració dels ions en la dissolució i comprovar si  $Q_{\text{ps}}$  és major o menor que  $K_{\text{ps}}$ .  
 $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$ ;  $[\text{Mg}^{2+}] = 10^{-1} \text{ M}$ ; d'aquesta manera  $Q_{\text{ps}} = 1,0 \cdot 10^{-11} < K_{\text{ps}}$  la qual cosa ens indica que no hi haurà formació de precipitat. [1,0 punts]
- c) Els precipitats de  $\text{Mg(OH)}_2$  els podem solubilitzar disminuint el pH per addició d'un àcid. També es pot acceptar la redissolució per addició d'un agent seqüestrant o quelatant com ara l'àcid EDTA. [0,5 punts]

**OPCIÓ B****4- Redox**

- a) Reacció iònica ajustada:  $2 \text{MnO}_4^- + 5 \text{H}_2\text{O}_2 + 6 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{O}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$   
Reacció molecular ajustada:  $2 \text{KMnO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}_2 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{MnSO}_4 + 5 \text{O}_2 + 8 \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$  Qualsevol de les dues reaccions ajustades es puntuarà amb [0,8 punt]
- b) Càlcul del volum d' $\text{O}_2$  alliberat: Per factors de conversió i fent ús de l'equació d'estat del gas ideal s'obté:  $V = 9,17 \cdot 10^{-2} \text{ L}$ . [0,8 punt]
- c) Preparar una dissolució concentrada d'àcid sulfúric és una operació de laboratori que comporta un cert perill. Per aquesta raó s'ha de preparar seguint unes pautes concretes. Quan es dissol l'àcid en aigua s'allibera una gran quantitat de calor. Així, si preparem la dissolució addicionant aigua sobre l'àcid, part de l'aigua addicionada pot entrar en ebullició i projectar petites gotes de dissolució concentrada que poden provocar cremades a la pell, les mucoses o els ulls. D'aquesta manera, les dissolucions s'han de preparar addicionant petites quantitats de l'àcid sobre l'aigua (l'àcid posseeix una temperatura d'ebullició molt superior a la de l'aigua i per això difícilment entrarà en ebullició i emetrà projeccions), homogenitzant la dissolució després de cada addició d'àcid. Quan es treballa al laboratori amb l'àcid sulfúric, cal adoptar totes les mesures de seguretat pròpies del treball amb els àcids i, fins i tot, extreurem-les. Hem de portar posades les ulleres de seguretat (de fet, pel sol fet de treballar al laboratori ja les hauríem de dur posades). Hem de treballar amb guants o bé rentar-nos les mans després de preparar la dissolució i manipular l'àcid. La manipulació de l'àcid sempre es farà a dins de la vitrina de seguretat. [0,4 punt]

**5. respostes a preguntes objectives (no cal justificació)**

- |     |                        |             |
|-----|------------------------|-------------|
| 5.5 | resposta correcta: (a) | [0,5 punts] |
| 5.6 | resposta correcta: (c) | [0,5 punts] |
| 5.7 | resposta correcta: (a) | [0,5 punts] |
| 5.8 | resposta correcta: (d) | [0,5 punts] |