

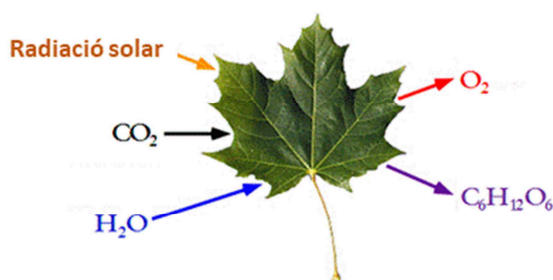
Contesta fins a un màxim de 5 preguntes d'entre totes les preguntes proposades a les opcions A i B de l'examen. Utilitza la taula periòdica adjunta. Pots usar la calculadora.

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

## **OPCIÓ A**

### **1A. (2 punts)**

- a) El  $\text{CO}_2$  és un gas abundant a la Terra, indispensable per a la fotosíntesi de les plantes. En un laboratori de Química, s'ha estudiat l'efecte de la temperatura sobre la reacció de dissociació de  $\text{CO}_2$  (g) segons la reacció química ajustada següent:



**Figura 1.** Representació esquemàtica del procés de la fotosíntesi.

Un químic ha emplenat algunes de les cel·les de la taula 1, on s'indiquen a tres temperatures els valors de les concentracions de reactius i productes un cop assolit l'equilibri químic i el valor d'algunes constants d'equilibri.

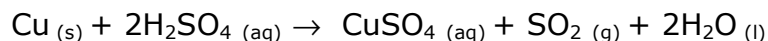
**Taula 1.** Concentracions d'equilibri i constants d'equilibri en funció de la temperatura

| Temperatura, °C | $[\text{CO}_2]_{\text{eq, M}}$ | $[\text{CO}]_{\text{eq, M}}$ | $[\text{O}_2]_{\text{eq, M}}$ | $K, \text{mol}^{1/2} \cdot \text{L}^{-1/2}$ |
|-----------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---|
| 1500            |                                |                              |                               | 0,048                                       |
| 2000            | 0,10                           | 0,20                         | 0,25                          |   |
| 2500            | 0,0025                         | 0,10                         | 0,20                          | 17,6  |

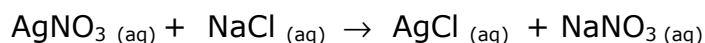
- Determina el valor de la constant d'equilibri a 2000 °C
- A partir dels valors de la taula 1, es pot deduir si la reacció de dissociació del  $\text{CO}_2(\text{g})$  és un procés endotèrmic? Raona la resposta.

- b) Formula els composts següents: àcid carbònic i dietilamina.

**2A. (2 punts)** La següent reacció química ajustada correspon a un procés redox:



- Identifica l'espècie oxidant. Justifica la resposta.
- Calcula el volum de  $\text{SO}_{2(g)}$  que s'obtindrà fent reaccionar 12,71 g de  $\text{Cu}_{(s)}$  amb un excés d'àcid sulfúric, a 27 °C de temperatura i a una pressió de 750 mm Hg.
- Indica de forma raonada si la reacció següent correspon a un procés redox.



**3A. (2 punts)**

- Escriu la configuració electrònica dels ions  $\text{S}^{2-}$  i  $\text{Cl}^{2-}$ . Quin dels ions anteriors presenta major estabilitat? Raona la resposta.
- Els valors de les energies reticulars dels composts NaF i NaI són, respectivament, - 910 i - 682 kJ·mol<sup>-1</sup>. Justifica la diferència entre els valors de l'energia reticular dels composts NaF i NaI.
- Explica la geometria de la molècula  $\text{H}_2\text{S}$  segons la TRPECV.

**4A. (2 punts)**

- En un laboratori s'han preparat dues dissolucions per separat de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  i  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Sense fer cap càlcul numèric, indica de forma raonada si aquestes dissolucions són àcides, bàsiques o neutres.  
Dades:  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$
- Quina quantitat (en grams) de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  s'ha d'utilitzar per neutralitzar completament 100,0 mL d'una dissolució 0,5 M de HCl?
- Indica el material de laboratori necessari per dur a terme una valoració àcid-base.

**5A. (2 punts)** L'equació de velocitat del procés  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$  és  $v = k \cdot [\text{A}] [\text{B}]$

Indica de manera raonada si les següents afirmacions són correctes:

- La velocitat de reacció segueix una cinètica de primer ordre respecte al producte C.
- Quan es duplica la concentració de B al procés anterior, la velocitat també es duplica.
- El valor numèric de la constant de velocitat no varia amb la temperatura.
- La velocitat de reacció depèn de l'estat físic dels reactius.

## OPCIÓ B

### 1B. (2 punts)

- Anomena els composts següents:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  i  $\text{CaCl}_2$ .
- Explica el tipus d'hibridació que presenten els àtoms de carboni a la molècula  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ .
- Quin tipus d'enllaç químic presenta la molècula  $\text{CaCl}_2$ ? Justifica la resposta.

**2B. (2 punts)** Al segle passat, el científic alemany Fritz Haber va dissenyar un procés per obtenir amoníac a partir de la fixació del nitrogen de l'aire, en el qual s'esdevé la reacció ajustada següent:



En un recipient tancat i buit de 3 L, s'introdueixen 6 mols de  $\text{N}_2 (\text{g})$ , 9 mols de  $\text{H}_2 (\text{g})$  i 12 mols de  $\text{NH}_3 (\text{g})$  a 375 °C.

- Justifica per què el sistema no està en equilibri i explica de forma raonada el sentit cap a on es desplaçarà la reacció per assolir-lo.
- Una vegada assolit l'equilibri, s'obtindrà més amoníac si es disminueix el volum del recipient? Justifica la resposta.
- Calcula el valor de  $K_p$  a 375 °C.

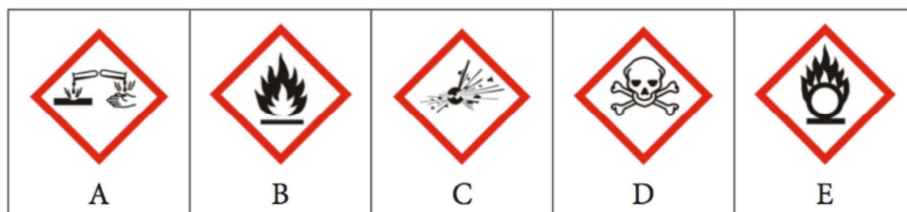
**3B. (2 punts)** Indica de manera raonada si les afirmacions següents són vertaderes o falses:

- El radi atòmic del brom és menor que el del calci.
- El fòsfor presenta dos electrons desaparellats en el seu estat fonamental.
- La combinació de nombres quàntics (2, 1, 3,  $-1/2$ ) està permesa.
- El fluor és l'halogen amb major electronegativitat del grup 17 de la taula periòdica.

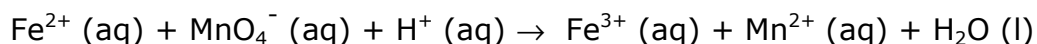
**4B. (2 punts)** L'àcid fluorhídric (HF) és una substància tòxica i corrosiva.

La constant d'acidesa d'aquest àcid, a 25 °C, és  $6,6 \cdot 10^{-4}$ .

- Quin volum de HF comercial, del 40% en pes i densitat 1,15 g/mL, es necessita per preparar 500 mL d'una dissolució de HF 0,5 M?
- Quin és el pH d'una dissolució de HF 0,5 M a 25 °C?
- Indica els dos pictogrames de la figura següent (A-E) que han d'aparèixer a l'etiqueta de la botella d'àcid fluorhídric. Justifica la resposta.



**5B. (2 punts)** Per determinar quantitativament el contingut de ferro que conté una mostra, aquesta es dissol en àcid i es duu a terme la valoració de l'ió  $\text{Fe}^{2+}$  emprant una solució de permanganat de potassi ( $\text{KMnO}_4$ ) de concentració coneguda. La reacció de valoració que té lloc és la següent:



- Ajusta la reacció iònica utilitzant el mètode de l'ió electró.
- Indica, de forma raonada, quin dels reactius actua com a reductor.
- És espontània la reacció anterior en condicions estàndard? Justifica la resposta.

Dades: potencials estàndard de reducció:  $E^0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ V}$ ;  
 $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}$

## Taula Periòdica dels Elements

|   | 1                           | 2                           | 3                            | 4                            | 5                            | 6                            | 7                            | 8                            | 9                          | 10                         | 11                          | 12                         | 13                         | 14                         | 15                         | 16                          | 17                          | 18                          |
|---|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|   | Ia                          | IIa                         | IIIB                         | IVb                          | Vb                           | VIB                          | VIIb                         |                              | VIII                       |                            | IB                          | IIb                        | IIIA                       | IVA                        | VA                         | VIA                         | VIIa                        | 0                           |
| 1 | 1<br><b>H</b><br>1,00794    |                             |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                            |                            |                             |                            |                            |                            |                            |                             |                             | 2<br><b>He</b><br>4,0026    |
| 2 | 3<br><b>Li</b><br>6,941     | 4<br><b>Be</b><br>9,0122    |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                            |                            |                             |                            | 5<br><b>B</b><br>10,811    | 6<br><b>C</b><br>12,0107   | 7<br><b>N</b><br>14,0067   | 8<br><b>O</b><br>15,9994    | 9<br><b>F</b><br>18,9984    | 10<br><b>Ne</b><br>20,1797  |
| 3 | 11<br><b>Na</b><br>22,9898  | 12<br><b>Mg</b><br>24,3050  |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                            |                            |                             |                            | 13<br><b>Al</b><br>26,9815 | 14<br><b>Si</b><br>28,0855 | 15<br><b>P</b><br>30,9738  | 16<br><b>S</b><br>32,066    | 17<br><b>Cl</b><br>35,4527  | 18<br><b>Ar</b><br>39,948   |
| 4 | 19<br><b>K</b><br>39,0983   | 20<br><b>Ca</b><br>40,078   | 21<br><b>Sc</b><br>44,9559   | 22<br><b>Ti</b><br>47,867    | 23<br><b>V</b><br>50,9415    | 24<br><b>Cr</b><br>51,9961   | 25<br><b>Mn</b><br>54,9380   | 26<br><b>Fe</b><br>55,845    | 27<br><b>Co</b><br>58,9332 | 28<br><b>Ni</b><br>58,6934 | 29<br><b>Cu</b><br>63,546   | 30<br><b>Zn</b><br>65,39   | 31<br><b>Ga</b><br>69,723  | 32<br><b>Ge</b><br>72,61   | 33<br><b>As</b><br>74,9216 | 34<br><b>Se</b><br>78,96    | 35<br><b>Br</b><br>79,904   | 36<br><b>Kr</b><br>83,80    |
| 5 | 37<br><b>Rb</b><br>85,4678  | 38<br><b>Sr</b><br>87,62    | 39<br><b>Y</b><br>88,9059    | 40<br><b>Zr</b><br>91,224    | 41<br><b>Nb</b><br>92,9064   | 42<br><b>Mo</b><br>95,94     | 43<br><b>Tc</b><br>(98,9063) | 44<br><b>Ru</b><br>101,07    | 45<br><b>Rh</b><br>102,905 | 46<br><b>Pd</b><br>106,42  | 47<br><b>Ag</b><br>107,8682 | 48<br><b>Cd</b><br>112,411 | 49<br><b>In</b><br>114,818 | 50<br><b>Sn</b><br>118,710 | 51<br><b>Sb</b><br>121,760 | 52<br><b>Te</b><br>127,60   | 53<br><b>I</b><br>126,9045  | 54<br><b>Xe</b><br>131,29   |
| 6 | 55<br><b>Cs</b><br>132,905  | 56<br><b>Ba</b><br>137,327  | 57*<br><b>La</b><br>138,906  | 72<br><b>Hf</b><br>178,49    | 73<br><b>Ta</b><br>180,948   | 74<br><b>W</b><br>183,84     | 75<br><b>Re</b><br>186,207   | 76<br><b>Os</b><br>190,23    | 77<br><b>Ir</b><br>192,217 | 78<br><b>Pt</b><br>195,078 | 79<br><b>Au</b><br>196,967  | 80<br><b>Hg</b><br>200,59  | 81<br><b>Tl</b><br>204,383 | 82<br><b>Pb</b><br>207,2   | 83<br><b>Bi</b><br>208,980 | 84<br><b>Po</b><br>(208,98) | 85<br><b>At</b><br>(209,99) | 86<br><b>Rn</b><br>(222,02) |
| 7 | 87<br><b>Fr</b><br>(223,02) | 88<br><b>Ra</b><br>(226,03) | 89*<br><b>Ac</b><br>(227,03) | 104<br><b>Rf</b><br>(261,11) | 105<br><b>Db</b><br>(262,11) | 106<br><b>Sg</b><br>(263,12) | 107<br><b>Bh</b><br>(264,12) | 108<br><b>Hs</b><br>(265,13) | 109<br><b>Mt</b><br>(268)  | 110<br><b>Ds</b><br>(271)  | 111<br><b>Rg</b><br>(272)   | 112<br><b>Cn</b><br>(277)  | 113<br><b>Nh</b><br>( )    | 114<br><b>Fl</b><br>(285)  | 115<br><b>Mc</b><br>(288)  | 116<br><b>Lv</b><br>(289)   | 117<br><b>Ts</b><br>( )     | 118<br><b>Og</b><br>(293)   |

|                            |                            |                           |                              |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                              |                              |                              |                              |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 58<br><b>Ce</b><br>140,116 | 59<br><b>Pr</b><br>140,908 | 60<br><b>Nd</b><br>144,24 | 61<br><b>Pm</b><br>(144,913) | 62<br><b>Sm</b><br>150,36   | 63<br><b>Eu</b><br>151,964  | 64<br><b>Gd</b><br>157,25   | 65<br><b>Tb</b><br>158,925  | 66<br><b>Dy</b><br>162,50   | 67<br><b>Ho</b><br>164,930  | 68<br><b>Er</b><br>167,26    | 69<br><b>Tm</b><br>168,934   | 70<br><b>Yb</b><br>173,04    | 71<br><b>Lu</b><br>174,967   |
| 90<br><b>Th</b><br>232,038 | 91<br><b>Pa</b><br>231,036 | 92<br><b>U</b><br>238,029 | 93<br><b>Np</b><br>(237,048) | 94<br><b>Pu</b><br>(244,06) | 95<br><b>Am</b><br>(243,06) | 96<br><b>Cm</b><br>(247,07) | 97<br><b>Bk</b><br>(247,07) | 98<br><b>Cf</b><br>(251,08) | 99<br><b>Es</b><br>(252,08) | 100<br><b>Fm</b><br>(257,10) | 101<br><b>Md</b><br>(258,10) | 102<br><b>No</b><br>(259,10) | 103<br><b>Lr</b><br>(262,11) |

Constants:  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

## SOLUCIONS

### OPCIÓ A

#### 1A. (2 punts)

##### a) Pregunta competencial



$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}][\text{O}_2]^{1/2}}{[\text{CO}_2]} = \frac{0,2 \cdot (0,25)^{1/2}}{0,1} = 1,0 \quad (\text{mol/L})^{1/2}$$

**0,5 punts**

ii) A 1500 °C,  $K_{eq} = 0,048$ ; a 2500 °C,  $K_{eq} = 17,6$

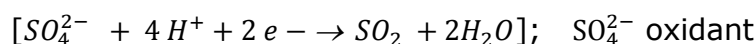
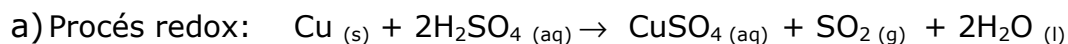
A mesura que augmenta la temperatura, la constant d'equilibri augmenta i l'equilibri químic es desplaça cap a la dreta. Per tant, el procés és endotèrmic (Le Chatelier)

**0,5 punts**

##### b) Formulació química


**1,0 punt**

#### 2A. (2 punts)


**0,5 punts**

b)

$$12,71 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63,55 \text{ g Cu}} \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{1 \text{ mol Cu}} = 0,2 \text{ mols SO}_2$$

**0,5 punts**

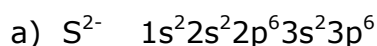
$$\text{PV} = \text{nRT} \Rightarrow 750/760 \times V = 0,2 \times 0,082 (27 + 273,15) \Rightarrow V = 4,99 \text{ L SO}_2$$

**0,5 punts**

c) No es tracta d'un procés redox, ja que no hi ha cap canvi d'estat d'oxidació en cap dels elements que intervenen en la reacció

**0,5 punts**

#### 3A. (2 punts)

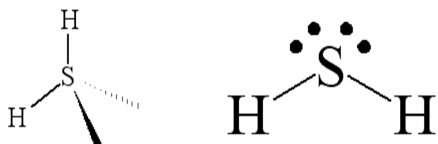

**1,0 punt**

b)  $E_{\text{ret}}(\text{NaF}) = 910 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  i  $E_{\text{ret}}(\text{NaI}) = 682 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

A partir que:  $E_{\text{reticular}} \propto (q \cdot q')/d$

Com menor és la distància de separació dels ions, major energia reticular. El radi atòmic del F és menor que el del I, per tant, la molècula de NaF tindrà major energia reticular **0,5 punts**

c) S:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$  H:  $1s^1$



$\text{AX}_2\text{E}_2$ : Geometria angular

**0,5 punts**

**4A. (2 punts)**

a)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ : és un àcid feble. Dissolució àcida

**0,5 punts**

$\text{CH}_3\text{COONa}$ : prové d'un àcid feble i una base forta. Dissolució bàsica

**0,5 punts**

b)  $100,0 \text{ mL HCl} \cdot \frac{0,5 \text{ mols HCl}}{1000 \text{ mL}} \cdot \frac{1 \text{ mol Mg(OH)}_2}{2 \text{ mol HCl}} \cdot \frac{58,3 \text{ g}}{1 \text{ mol Mg(OH)}_2} = 1,46 \text{ g Mg(OH)}_2$  **0,5 punts**

c) Bureta i matràs erlenmeyer

**0,5 punts**

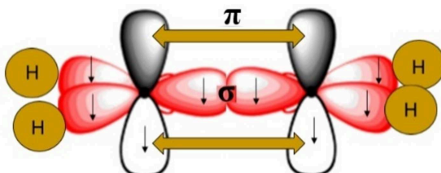
**5A. (2 punts) 0,5 punts per apartat**

- a) Fals. Els ordres de reacció corresponen als reactius, no als productes.
- b) Vertader. La velocitat de la reacció és directament proporcional a la concentració de B.
- c) Fals. El valor de la constant de velocitat varia amb la temperatura.
- d) Vertader. L'estat físic dels reactius determina la seva reactivitat i, per tant, la velocitat en la qual té lloc la reacció.

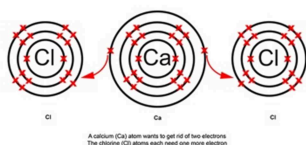
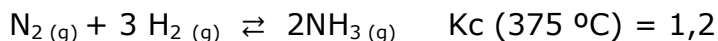
**OPCIÓ B**
**1B. (2 punts)**

 a)  $\text{CH}_2\text{CH}_2$ : etè (etilè) i  $\text{CaCl}_2$ : diclorur de calci (0,5 punts cada un) **1,0 punt**

b)


 Per la presència d'un enllaç doble, la hibridació del C és  $\text{sp}^2$ 
**0,5 punts**

c) Compost format per un metall i un no-metall: enllaç iònic


**0,5 punts**
**2B. (2 punts)**


a)

$$Q = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(12/3)^2}{(6/3)(9/3)^3} = \frac{16}{54} = 0,296$$

**0,5 punts**
 $Q < K_{eq}$  es desplaçarà cap a la dreta, formació d'amoníac

**0,5 punts**

b) Si disminuïm el volum, el sistema desplaçarà l'equilibri cap al lloc on disminueixi el nombre de mols. Per tant, cap a productes

**0,5 punts**

$$c) K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad (\Delta n = -2); K_p = 1,2 (0,082 (273,15+375))^{-2} = 4,25 \cdot 10^{-4}$$

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

a) Vertader. El Br es troba a la taula periòdica al tercer període i al grup 17, mentre que el calci es troba al mateix període i al grup 2. En un mateix període, quan augmenta el nombre atòmic (ens desplaçam cap a la dreta) augmenta la càrrega nuclear efectiva i, per tant, disminueix el radi atòmic.



b) Fals. P ( $Z = 15$ )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ . El fòsfor presenta tres electrons desaparellats.

c) Fals. Si  $l = 1$ ,  $m$  només pot valer  $\pm 1$  i  $0$ . Per tant,  $m$  no pot valer  $3$ .

d) Vertader. En un mateix grup, quan augmenta el període, augmenta el radi atòmic, ja que s'ocupen nivells superiors, i disminueix l'atracció dels electrons més externs cap al nucli. Per tant, l'element més electronegatiu del grup 17 és el fluor.

**4B. (2 punts)**

a)  $500 \text{ mL} \frac{0,5 \text{ mols HF}}{1000 \text{ mL}} \frac{20 \text{ g HF}}{1 \text{ mol HF}} \frac{100 \text{ g HF com.}}{40 \text{ g HF}} \frac{1 \text{ mL HF com.}}{1,15 \text{ g HF com.}} = 10,9 \text{ mL HF com.}$  **0,75 punts**

b) HF (àcid feble)  $K_a = 6,6 \cdot 10^{-4}$

|           |         |   |                  |                      |                |   |                               |
|-----------|---------|---|------------------|----------------------|----------------|---|-------------------------------|
|           | HF      | + | H <sub>2</sub> O | $\rightleftharpoons$ | F <sup>-</sup> | + | H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> |
| Inicial   | 0,5     |   | -                |                      | -              |   | -                             |
| Equilibri | 0,5 - x |   |                  |                      | x              |   | x                             |

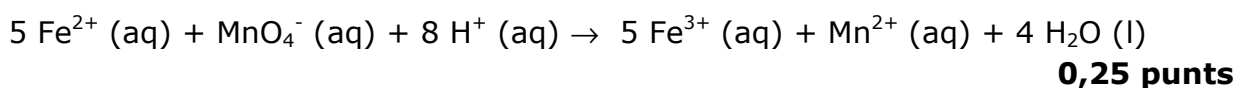
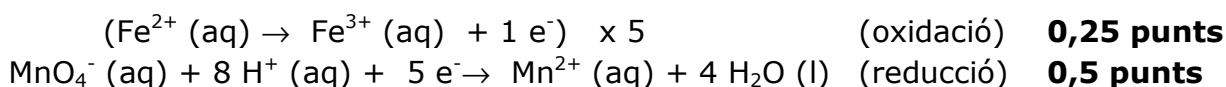
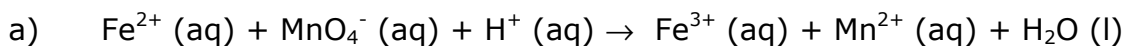
$K_a = \frac{x^2}{0,5-x} = 6,6 \times 10^{-4}$  ; (0,25 punts)

Suposant  $0,5 - x \approx 0,5$ ;  $x = 0,0182$  (0,25 punts)

$\Rightarrow \text{pH} = 1,74$  **0,75 punts**

c) Pictogrames: D => tòxic i A => corrosiu **0,5 punts**

**5B. (2 punts)**



b) Espècie reductora:  $\text{Fe}^{2+}$  (passa de  $+2$  a  $+3$ , s'oxida i redueix el  $\text{MnO}_4^-$ ) **0,5 punts**

c)  $\text{fem} = E_{\text{cat}} - E_{\text{ànode}}$ ;  $\text{fem} = 1,51 - 0,77 = 0,74 \text{ V}$  (positiva, espontània) **0,5 punts**