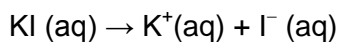
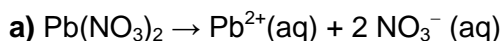


**SÈRIE 3****1. PRECIPITACIÓ**Reacció de precipitació:  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbI}_2(\text{s})$  (0,25 punts)

$$Q_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}]_0 [\text{I}^{-}]_0^2$$
 (0,25 punts)

Hem de calcular les concentracions de  $\text{Pb}^{2+}$  i de  $\text{I}^{-}$  just en el moment de la mescla.

$$[\text{Pb}^{2+}]_0 = (0,15 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2/\text{L}) (1 \text{ mol Pb}^{2+} / 1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2) (0,25 \text{ L}) / (0,50 \text{ L}) = 0,075 \text{ mol/L}$$

$$[\text{I}^{-}]_0 = (0,15 \text{ mol KI/L}) (1 \text{ mol I}^{-} / 1 \text{ mol KI}) (0,25 \text{ L}) / (0,50 \text{ L}) = 0,075 \text{ mol/L}$$
 (0,25 punts)

$$Q_{\text{ps}} = (0,075) (0,075)^2 = 4,21875 \times 10^{-4}$$

$$Q_{\text{ps}} = 4,2 \times 10^{-4} > K_{\text{ps}} = 7,9 \times 10^{-9} \Rightarrow \text{precipita PbI}_2$$
 (0,25 punts)

**b)** S'han de preparar 0,25 L de dissolució aquosa de KI de concentració 0,15 M.

$$(0,15 \text{ mol KI/L}) (0,25 \text{ L}) (166 \text{ g KI} / 1 \text{ mol KI}) = 6,225 \text{ g KI}$$
 (0,25 punts)

Material i reactius: balança digital, vidre de rellotge, espàtula, vas de precipitats de 250 mL, vareta de vidre, matràs aforat de 250 mL, comptagotes, flascó amb aigua destil·lada i iodur de potassi. (0,25 punts)Procediment experimental:

- Tarem un vidre de rellotge i pesem en una balança digital 6,225 g de KI.
- Agafem un vas de precipitats de 250 mL, hi posem uns 200 mL d'aigua destil·lada i a poc a poc hi afegim el iodur de potassi remenant amb una vareta fins a dissolució.
- Ho passem a un matràs aforat de 250 mL. Passem una mica d'aigua destil·lada pel vas de precipitats per recollir les possibles restes que hagin quedat de KI i ho afegim al matràs aforat.
- A poc a poc acabem d'afegir aigua destil·lada fins a la línia d'enrasament (les últimes gotes amb un comptagotes per no passar-nos de la línia d'aforament).
- Ho passem a una ampolla neta de vidre, tapem i remenem per homogeneïtzar la dissolució i etiquetem amb la fórmula de la dissolució, la seva concentració i la data de preparació. (0,5 punts)

## 2. DIAGRAMA DE FASES

a) El punt **B** és el **punt triple**, punt del diagrama de fases a una pressió de 0,00603 atm i una temperatura de 0,01 °C, on coexisteixen en equilibri la fase sòlida, la líquida i la gasosa. És un punt d'equilibri inestable. (0,2 punts)

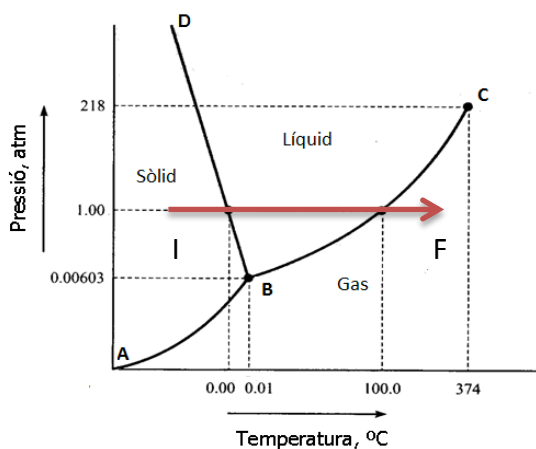
El punt **C** és el **punt crític** ( $P_{\text{crítica}} = 218 \text{ atm}$  i  $T_{\text{crítica}} = 374 \text{ °C}$ ). És l'últim punt de la corba de vaporització. Per sobre de la temperatura crítica és impossible la líquidació per molt alta que sigui la pressió aplicada. A partir de C tenim les condicions supercrítiques del fluid. (0,2 punts)

La línia **AB** és la corba de sublimació (equilibri entre S i G). Qualsevol punt de la corba representa la temperatura de sublimació a una pressió determinada. (0,2 punts)

La línia **BC** és la corba de vaporització (equilibri entre L i G). Qualsevol punt de la corba representa la temperatura d'ebullició a una pressió determinada. (0,2 punts)

La línia **BD** és la corba de fusió (equilibri entre S i L). Qualsevol punt de la corba representa la temperatura de fusió a una pressió determinada. (0,2 punts)

b) A  $-10^{\circ}\text{C}$  i 1 atm, l'aigua es troba a l'estat sòlid. (0,25 punts)

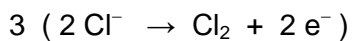


(0,25 punts)

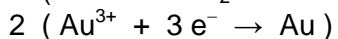
En augmentar la temperatura a la pressió constant d'1 atm, el sòlid inicial s'escalfa fins a la temperatura de fusió (0 °C). A continuació, l'aigua sòlida es va fonent. Un cop que tota l'aigua és líquida a 0 °C, es va escalfant fins a la temperatura d'ebullició (100 °C). En aquest moment, l'aigua líquida saturada es va vaporitzant. Un cop que tot és vapor d'aigua saturat, el gas s'escalfa fins a 130 °C (vapor sobresaturat). (0,5 punts)

## 3. ELECTRÒLISI

a)

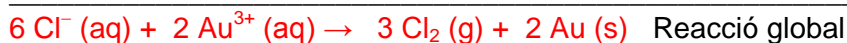


Semireacció d'oxidació (ànode)

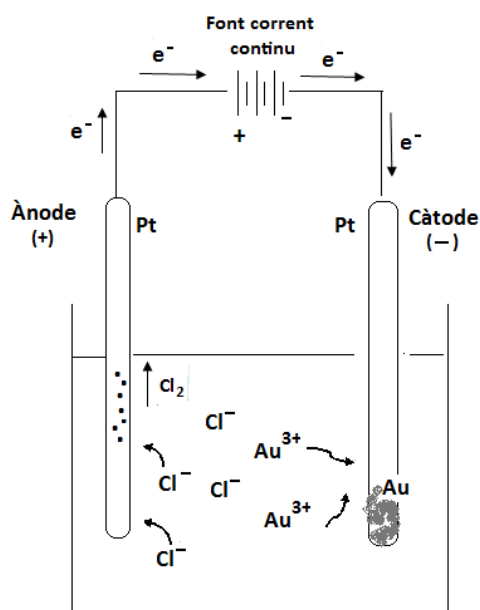


Semireacció de reducció (càtode)

(0,25 punts)



(0,25 punts)

Disolució de  
 $\text{AuCl}_3$ 

(0,5 punts)

$$\text{b) } (1 \text{ mol e}^-) (1 \text{ mol Au} / 3 \text{ mol e}^-) (6,023 \times 10^{23} \text{ àtoms Au} / 1 \text{ mol Au}) = 2,0076666... \times 10^{23} \quad 2,01 \times 10^{23} \text{ àtoms d' Au}$$

(0,5 punts)

$$(1 \text{ mol e}^-) (1 \text{ mol Cl}_2 / 2 \text{ mol e}^-) (6,023 \times 10^{23} \text{ molècules Cl}_2 / 1 \text{ mol Cl}_2) = 3,0115 \times 10^{23} \quad 3,01 \times 10^{23} \text{ molècules de Cl}_2$$

(0,5 punts)

#### 4. ESPECTROMETRIA DE MASSES

a) Eix horitzontal: Representa la relació massa/càrrega ( $m/z$ ) dels fragments de la molècula. (0,3 punts)

Cocaïna:  $C_{17}H_{21}NO_4$   $P_m = 303$  g/mol  
Amfetamina:  $C_9H_{13}N$   $P_m = 135$  g/mol

L'últim pic correspon al fragment més gran i és el pic molecular, que es forma quan la molècula perd 1 electró:  $M^+ = 303$ . Aquest valor correspon al pes molecular de la cocaïna. (0,7 punts)

b)  $P V_m = R T \Rightarrow V_m = R T / P = (0,082) (532) / (1) = 42,886$  L/mol  
 $V_m = 42,9$  L/mol (0,5 punts)

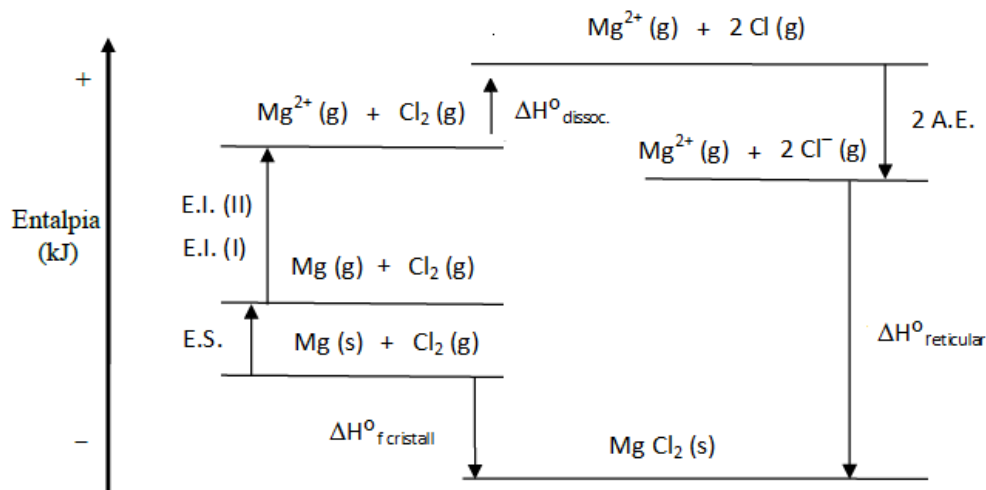
Diferències entre un gas real i un gas ideal:

- 1) Les molècules d'un gas real tenen un volum finit. En un gas ideal, suposem que el volum de les molècules és nul.
- 2) En un gas real, hi ha interacció entre les molècules (per exemple, forces intermoleculars). En un gas ideal, suposem que aquestes forces són nul·les. (0,5 punts)

## 5. ENERGIA RETICULAR

a)

Diagrama d'entalpies del clorur de magnesi



(0,5 punts)

$$\Delta H_{f, \text{cristall}}^{\circ} = \text{E.S. (Mg)} + \text{E.I. (I)} + \text{E.I. (II)} + \Delta H_{d}^{\circ}(\text{Cl}_2) + 2 \text{ A.E. (Cl)} + \Delta H_{\text{reticular}}^{\circ}$$

$$-641,2 = 146,3 + 736,3 + 1448,4 + 242,6 + 2(-364,5) + \Delta H_{\text{reticular}}^{\circ}$$

$$\Delta H_{\text{reticular}}^{\circ} = -641,2 - 146,3 - 736,3 - 1448,4 - 242,6 + 729 = -2485,8 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{reticular}}^{\circ} = -2486 \text{ kJ/mol MgCl}_2 \quad (0,5 \text{ punts})$$

b) L'energia reticular dóna una idea de la força d'atracció entre els ions del compost iònic. Aquesta atracció depèn, segons el model electrostàtic del sòlid iònic, de la càrrega dels ions i de la distància que els separa. (0,25 punts)

$$\text{Llei de Coulomb: } = k \frac{q_+ q_-}{r^2}$$

Com més gran sigui la càrrega entre els ions i més petita la distància entre ells (ions més petits) més atracció hi haurà, la qual cosa implica més energia reticular (valor absolut), és a dir, més energia s'alliberarà en la formació del compost iònic. (0,25 punts)

Les càrregues entre els ions són les mateixes (+2 del catió i -1 de l'anió) i el radi de l'anió és el mateix ( $\text{Cl}^-$ ). Per tant, la diferència l'hem d'explicar d'acord amb el radi dels cations  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{Ca}^{2+}$ . (0,25 punts)

$\text{Mg}^{2+}$  (10 electrons):  $1s^2 2s^2 2p^6$

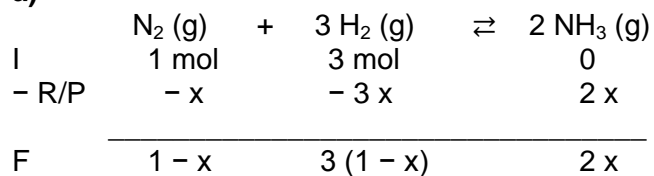
$\text{Ca}^{2+}$  (18 electrons):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

L'ió  $\text{Ca}^{2+}$  ( $n = 3$ ) és més gran que l'ió  $\text{Mg}^{2+}$  ( $n = 2$ ). En conseqüència, la distància entre el catió i l'anió és més petita en el cas del  $\text{MgCl}_2$ , la qual cosa implica una atracció més gran. Per tant, el valor absolut de l'energia reticular del  $\text{MgCl}_2$  és més gran que el de l'energia reticular del  $\text{CaCl}_2$ . (0,25 punts)

N.B. No és necessari que posin la llei de Coulomb. Poden dir que les càrregues són les mateixes (+2 i -1, per a cada compost) i que l'única diferència és la distància entre els ions. Com que el  $\text{Mg}^{2+}$  és més petit que el  $\text{Ca}^{2+}$ , l'atracció serà més gran en el  $\text{MgCl}_2$ .

## 6. EQUILIBRI QUÍMIC

a)



(0,25 punts)

$$n_T = 1 - x + 3(1 - x) + 2x = 4 - 2x = 2(2 - x) \text{ mol}$$

$$P V = n_T R T \Rightarrow P V = 2(2 - x) R T \Rightarrow$$

$$x = 2 - P V / (2 R T) = 2 - (80,0) (1,3) / ((2) (0,082) (528)) = 0,79896526 \text{ mol}$$

(0,5 punts)

$$\% \text{ N}_2 \text{ convertit} = (n(\text{N}_2) \text{ convertit} / n(\text{N}_2) \text{ inicial}) \cdot 100 = (x / 1) \cdot 100 =$$

$$= (0,79896526 / 1) (100) = 79,8965$$

$$\text{N}_2 \text{ convertit} = 79,9\%$$

(0,25 punts)

$$\text{b) } K_C = [\text{NH}_3]^2 / ([\text{N}_2] [\text{H}_2]^3)$$

(0,25 punts)

$$K_C = 4 x^2 V^2 / 27 (1 - x)^4 = (4) (0,79896526)^2 (1,3)^2 / ((27) (1 - 0,79896526)^4) = 97,8485$$

$$K_C = 97,8$$

(0,75 punts)

**7. CINÈTICA QUÍMICA**

**a)**  $v = k [\text{H}_2]^a [\text{NO}]^b$

Experiments 1 i 2:  $[\text{H}_2] = \text{constant}$ .  $v_2 / v_1 = [\text{NO}]_2^b / [\text{NO}]_1^b \Rightarrow$   
 $b = \ln (v_2 / v_1) / \ln ([\text{NO}]_2 / [\text{NO}]_1) = \ln (1,2 \times 10^{-6} / 4,8 \times 10^{-6}) / \ln (1,25 \times 10^{-2} / 2,5 \times 10^{-2}) = \ln 0,25 / \ln 0,5 = 2$

**b = 2 (ordre parcial del NO)** **(0,4 punts)**

Experiments 1 i 3:  $[\text{NO}] = \text{constant}$ .  $v_3 / v_1 = ([\text{H}_2]_3 / [\text{H}_2]_1)^a \Rightarrow$   
 $a = \ln (v_3 / v_1) / \ln ([\text{H}_2]_3 / [\text{H}_2]_1) = \ln (9,6 \times 10^{-6} / 4,8 \times 10^{-6}) / \ln (4 \times 10^{-2} / 2 \times 10^{-2}) = \ln 2 / \ln 2 = 1$

**a = 1 (ordre parcial del H<sub>2</sub>)** **(0,4 punts)**

Ordre total:  $n = a + b = 1 + 2 = 3$  **n = 3 (ordre total)** **(0,2 punts)**

**b)** Experiment 1:  $v_1 = k [\text{NO}]_1^2 [\text{H}_2]_1 \Rightarrow k = v_1 / ([\text{NO}]_1^2 [\text{H}_2]_1) = 4,8 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} / ((2,5 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1})^2 (2,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1})) = 0,384 \text{ L}^2 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$

**k = 0,384 L<sup>2</sup> mol<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>** **(0,5 punts)**

Totes les condicions que facin augmentar l'energia de les partícules produint més xocs i més eficaços faran que augmenti la velocitat de reacció. Aquestes condicions són:

-  $\uparrow T$ : Un augment de la temperatura fa que hi hagin més xocs i amb més energia, de manera que augmentarà la probabilitat de xocs efectius. **(0,25 punts)**

-  $\downarrow V$  (o  $\uparrow P$ ): En disminuir el volum, la probabilitat de xocs entre molècules augmenta. **(0,25 punts)**

-  $\uparrow n$ : Un augment del nombre de mols de reactius fa que hi hagin més xocs, de manera que augmentarà la probabilitat de xocs efectius.

N.B. De les 3 maneres aquí explicitades, només cal que n'indiquin 2.