



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

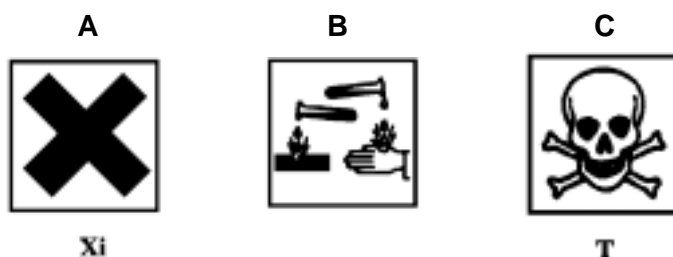
1. Es valora una mostra de 3,0 g de sosa càustica (formada per hidròxid de sodi i impureses inerts) emprant com a agent valorant una dissolució d'àcid sulfúric 2,0 M. El punt final de la valoració s'assoleix quan s'han consumit 13,2 cm³ d'àcid.

- Escriuiu la reacció de neutralització que té lloc en la valoració. [0,5 punts]
- Calculeu el percentatge d'hidròxid de sodi present en la sosa càustica. [0,5 punts]
- Descriviu el procediment de laboratori corresponent a aquesta valoració i indiqueu i anomenau els estris necessaris. [1 punt]

Dades: masses atòmiques: H = 1; O = 16; Na = 23; S = 32

2. El clor s'obté al laboratori per oxidació de l'àcid clorhídric amb MnO₂, procés del qual s'obté també clorur de manganès (II) i aigua.

- Escriuiu la reacció que té lloc (ajustada convenientment). [0,5 punts]
- Calculeu el volum de dissolució d'àcid clorhídric de densitat 1,15 g · cm⁻³ i 30% en massa que es necessita per obtenir 10 L de gas clor, mesurats a 30 °C i 1,02 · 10⁵ Pa. [1 punt]
- D'entre els pictogrames següents, trieu el que considereu més adient per als recipients que contenen àcid clorhídric. Justifiqueu la resposta: [0,5 punts]



Dades: masses atòmiques: H = 1; Cl = 35,5

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

3. a) Indiqueu quin és el pH d'una dissolució 0,01 M d'àcid nítric. [0,5 punts]
- b) Afegim 0,82 g d'acetat de sodi a 1 L de la dissolució anterior. Raoneu si el pH serà més petit, igual o més gran que en el cas anterior. [0,5 punts]
- c) Per al cas b, calculeu la concentració d'ió acetat en la dissolució. [1 punt]

Dades: masses atòmiques: H = 1; C = 12; O = 16; Na = 23

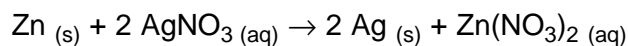
$$K_a (\text{àcid acètic}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

OPCIÓ A

4. A 1 L de dissolució de nitrat de plata de concentració $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ anem afegint, gota a gota, una dissolució 0,001 M de clorur de sodi. Quan hi hem afegit $1,8 \text{ cm}^3$ d'aquesta dissolució, apareix un precipitat.
- a) Escriviu la reacció que té lloc i especifiqueu el compost que precipita. [0,5 punts]
 - b) Calculeu la constant del producte de solubilitat del precipitat que s'ha format. [1 punt]
 - c) Expliqueu què s'observarà si afegim amoníac a la dissolució que conté el precipitat. [0,5 punts]
5. El clorat de potassi es descompon en clorur de potassi i oxigen. Les entalpies estàndard de formació del clorur de potassi i el clorat de potassi a 25°C són, respectivament, $-437 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ i $-398 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- a) Escriviu la reacció corresponent a la descomposició. [0,5 punts]
 - b) Calculeu la variació d'entalpia de la reacció i indiqueu si aquesta és exotèrmica o endotèrmica. [0,5 punts]
 - c) Raoneu quin serà el signe de la variació d'entropia estàndard de la reacció. [0,5 punts]
 - d) Justifiqueu si la reacció serà o no espontània en condicions estàndard. [0,5 punts]

OPCIÓ B

4. La reacció redox que s'indica a continuació té lloc espontàniament:



- a) Expliqueu com es pot construir una pila basada en la reacció anterior. [0,5 punts]
- b) Indiqueu les reaccions que tenen lloc en cadascun dels elèctrodes (ànode i càtode). [0,5 punts]
- c) Calculeu la força electromotriu estàndard de la pila. [0,5 punts]
- d) Calculeu la massa de Zn que haurà reaccionat quan la pila hagi fet circular una càrrega de 19300 C. [0,5 punts]

Dades: masses atòmiques: $\text{Zn} = 65,4$

$$1 \text{ F} = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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

5. Un àcid orgànic està format per carboni, hidrogen i oxigen. De la combustió de 10 g del compost s'obtenen 0,455 mol d' H_2O i 0,455 mol de CO_2 . Sabem també que, en estat gasós, 1 g del compost ocupa 1 dm^3 a $4,44 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ i 473 K .
- a) Trobeu la massa molecular del compost. [0,7 punts]
 - b) Determineu la fórmula molecular del compost. [0,7 punts]
 - c) Indiqueu de quin compost es tracta i doneu-ne un isòmer. [0,6 punts]

Dades: masses atòmiques: $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$



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

1. Un àcid sulfúric concentrat conté un 92% en massa d'àcid i la seva densitat és $1813 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

- Calculeu el volum d'aquest àcid concentrat necessari per preparar 100 cm^3 d'una dissolució $0,10 \text{ M}$. [0,5 punts]
- Expliqueu com faríeu aquesta preparació al laboratori i anomenau el material que utilitzaríeu. [1 punt]
- Indiqueu i justifiqueu quines precaucions cal prendre al laboratori en utilitzar l'àcid sulfúric. [0,5 punts]

Dades: masses atòmiques: $\text{H} = 1$; $\text{O} = 16$; $\text{S} = 32$

2. Les variacions d'entalpia estàndard per a les reaccions de combustió de l'etanol i de l'etè a 298 K són, respectivament, $-1367 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ i $-1411 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- Escriviu les reaccions de combustió d'aquests dos compostos. [0,6 punts]
- Determineu la variació d'entalpia de la reacció que té lloc entre etè i aigua per donar etanol. [0,6 punts]
- Calculeu, de la reacció anterior, la variació d'energia de Gibbs estàndard a 298 K i indiqueu si la reacció (en condicions estàndard) serà espontània en el sentit indicat. [0,8 punts]

Dades: $S^0(\text{etè}_{(g)}) = 219,5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$S^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = 69,91 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$S^0(\text{etanol}_{(l)}) = 160,7 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. En un vas de precipitats es posen $5,0 \text{ g}$ de pedra calcària, amb un contingut del 42% en massa de carbonat de calci, i 50 cm^3 d'àcid clorhídric 5 M . La reacció que es produeix condueix a la formació de clorur de calci, diòxid de carboni i aigua.

- Escriviu la reacció que té lloc. [0,5 punts]
- Indiqueu el reactiu limitant i la quantitat en excés de l'altre reactiu, expressada en mols. [0,5 punts]
- Calculeu el volum de diòxid de carboni alliberat a 25°C i 1 atm . [0,5 punts]
- Suposant que el volum final de la dissolució és de 50 cm^3 , calculeu la concentració molar final de clorur de calci i d'àcid clorhídric. [0,5 punts]

Dades: masses atòmiques: $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$; $\text{Cl} = 35,5$; $\text{Ca} = 40$

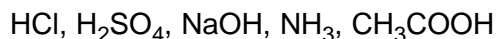
$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

OPCIÓ A

4. Anomenem A i B dos tipus d'àtoms amb els nombres atòmics 16 i 19, respectivament.
- a) Escriuiu les configuracions electròniques fonamentals d'A i B. [0,5 punts]
 - b) Justifiqueu quin dels dos àtoms tindrà el valor més petit de l'energia de ionització. [0,5 punts]
 - c) Raoneu quin tipus de compost poden formar aquests dos àtoms. [0,5 punts]
 - d) Suposant que la ionització d'un àtom té lloc per absorció d'un fotó de radiació ultra-violada, de longitud d'ona $\lambda = 2856 \text{ Å}$, trobeu l'energia de ionització d'aquest àtom (en $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) sabent que l'energia del fotó és $E = \frac{hc}{\lambda}$. [0,5 punts]

Dades: $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$; $N_{\text{Avogadro}} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

5. a) Expliqueu breument i de forma clara en què es diferencien un àcid fort i un àcid feble. [0,5 punts]
- b) Expliqueu també en què consisteix el fenomen de la hidròlisi. [0,5 punts]
- c) Ordeneu en ordre creixent de pH les dissolucions dels compostos següents (totes de concentració 0,1 M) i justifiqueu la resposta: [0,5 punts]



- d) Ordeneu també en ordre creixent de pH les dissolucions següents (totes de concentració 0,1M):



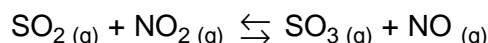
[0,5 punts]

OPCIÓ B

4. Una cel·la electrolítica conté una dissolució de clorur de coure (II) a la qual s'han introduït dos elèctrodes de platí units externament a un generador de corrent continu. Es fa circular per la cel·la un corrent de 5 A durant 30 minuts i s'observa l'aparició d'un sòlid vermellós que es diposita sobre un dels elèctrodes, mentre que en l'altre es produeix un desprendiment gasós.
- a) Raoneu en quin dels elèctrodes (ànode o càtode) té lloc cada fenomen i indiqueu les reaccions que es produeixen en cadascun. [1 punt]
 - b) Calculeu la massa de sòlid que es diposita. [1 punt]

Dades: masses atòmiques: $\text{H} = 1$; $\text{O} = 16$; $\text{Cl} = 35,5$; $\text{Cu} = 63,5$
 $1 \text{ F} = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

5. La constant d'equilibri K_c per a la reacció:



és igual a 3 a una temperatura determinada.

- a) Justifiqueu per què no està en equilibri, a la mateixa temperatura, una mescla formada per 0,4 mol de SO_2 , 0,4 mol de NO_2 , 0,8 mol de SO_3 i 0,8 mol de NO (en un recipient d'1 L). [0,5 punts]
- b) Determineu la quantitat que hi haurà de cada espècie un cop s'hagi assolit l'equilibri. [1 punt]
- c) Justifiqueu cap a on es desplaçarà l'equilibri si incrementem el volum del recipient a 2 L. [0,5 punts]

SÈRIE 3

1. Àcid sulfúric: H_2SO_4 ; Hidròxid de sodi: NaOH : massa molar = $40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- a) $2 \text{ NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ [0,5 punts]
- b) Per factors de conversió: $2,112 \text{ g NaOH} \Rightarrow 70,4\% \text{ NaOH}$ [0,5 punts]
- c) La mostra de sosa càustica (3 g) es mesura amb una **balança** i es posa en un **erlenmeyer**; s'hi afegeix aigua suficient per **dissoldre-la**, i unes gotes de **solució indicadora** (fenolftaleïna, etc.). La dissolució de H_2SO_4 es posa en una **bureta** i es va afegint a l'erlenmeyer, remenant contínuament, fins observar el **viratge** de l'indicador. S'anota el volum total afegit.
2. Àcid clorhídric: HCl , massa molar = $36,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- a) $4 \text{ HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ [0,5 punts]
- b) Aplicant l'equació dels gasos ideals en les condicions de l'enunciat:
 $10 \text{ L Cl}_2 = 0,405 \text{ mol}$ [0,5 punts]
Per factors de conversió: $171,35 \text{ mL dissolució HCl}$ [0,5 punts]
- c) B: corrosiu (es tracta d'un àcid, que ataca la pell i molts materials) [0,5 punts]
3. Acetat de sodi: NaCH_3COO (massa molar = $82 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)
- a) $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$ $[\text{H}^+] = 0,01 \Rightarrow \text{pH} = 2$ [0,5 punts]
- b) Afegim una sal que té hidròlisi bàsica (l'àcid acètic és feble) per tant, el **pH serà més gran** que en la dissolució anterior que només contenia HNO_3
- c) La quantitat afegida d'acetat és estequiomètricament equivalent a l'àcid nítric que hi havia abans. Podem suposar que tenim una dissolució $0,01 \text{ M}$ d'àcid acètic i resoldre l'equilibri corresponent: $[\text{acetat}] = [\text{H}^+] = x$
- $$K_a = \frac{x^2}{(0,01 - x)} \Rightarrow x = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \quad [1 \text{ punt}]$$

OPCIÓ A

4.

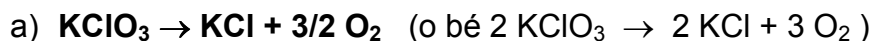


b) Volum total = 1 L + 0,0018 L = 1,0018 L

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = \frac{1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{1,0018 \text{ L}} \cdot \frac{1,8 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot 0,001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1,0018 \text{ L}} = 1,8 \cdot 10^{-10}$$
 [1 punt]

c) El precipitat de clorur de plata es **redissoldrà per complexació**:

5.



$$\Delta H^\circ = \Delta H^\circ(\text{KCl}) - \Delta H^\circ(\text{KClO}_3) = -437 - (-398) = -39 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow \text{reacció exotèrmica}$$
 [0,5 punts]

c) La reacció transforma un sòlid en un altre sòlid més un gas; s'incrementa el "desordre" i, per tant, l'entropia: $\Delta S > 0$ [0,5 punts]

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \quad \text{Si } \Delta H^\circ < 0 \text{ i } \Delta S^\circ > 0, \Rightarrow \Delta G^\circ < 0, \text{ i la reacció és espontània}$$
 [0,5 punts]

OPCIÓ B

4.

a) Un recipient amb dissolució de AgNO_3 i un elèctrode de Ag. Un altre recipient amb dissolució de $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ i un elèctrode de Zn. S'uneixen les dissolucions mitjançant un pont salí (o qualsevol unió líquida) i els elèctrodes amb un circuit metàl·lic extern. [0,5 punts]

c) f.e.m. = $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) - E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = 0,80 - (-0,76) = 1,56 \text{ V}$ [0,5 punts]

d) Per factors de conversió, **6,54 g Zn** [0,5 punts]

5.

a) $PV = nRT = \frac{m}{M} RT \Rightarrow M = \frac{mRT}{PV} = 88,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ [0,7 punts]

b) $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_2$ Per combustió dóna $x \text{CO}_2 + y/2 \text{H}_2\text{O}$.

De les dades de l'enunciat, $x = y/2 \Rightarrow y = 2x \Rightarrow \text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}_2$

Massa molecular: $14x + 32 = 88,6 \Rightarrow x \approx 4$ [0,7 punts]

c) **$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ (àcid butanoic)** **$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ (acetat d'etil)** [0,6 punts]

SÈRIE 2

1. Àcid sulfúric: H_2SO_4 massa molar = $98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- a) Per factors de conversió: **$5,88 \approx 5,9 \text{ mL}$** [0,5 punts]
- b) Es mesuren els $5,9 \text{ cm}^3$ d'àcid amb una **pipeta graduada** (o fins i tot amb una bureta); s'introdueixen en un **matràs aforat** de 100 mL i s'afegeix aigua destil·lada (o desionitzada) fins al senyal (**s'enrasa**), agitant per homogeneïtzar la dissolució. [1 punt]
- c) **És un producte corrosiu, cal evitar tot contacte amb la pell, els ulls i els teixits.** Es recomana treballar amb guants. No s'ha d'afegir mai aigua a un recipient que contingui àcid sulfúric concentrat. [0,5 punts]
2. Etanol: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ Etè (o etilè): C_2H_4
- a) (I) **$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$** [0,3 punts]
(II) **$\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$** [0,3 punts]
- b) Restant les equacions: (II) – (I) $\Rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
 $\Delta H^\circ = \Delta H^\circ_{(\text{II})} - \Delta H^\circ_{(\text{I})} = -1411 - (-1367) = \textbf{-44 kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [0,6 punts]
- c) $\Delta S^\circ = S^\circ(\text{etanol}) - S^\circ(\text{etè}) - S^\circ(\text{aigua}) = -128,71 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\text{mol}^{-1}$
 $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = \dots = \textbf{-4,6 kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \Rightarrow \textbf{la reacció és espontània}$ [0,8 punts]
3. Carbonat de calci: CaCO_3 (massa molar = $100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)
- a) **$\text{CaCO}_3 + 2 \text{ HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$** [0,5 punts]
- b) N'hi ha 0,021 mol de CaCO_3 i 0,25 mol de HCl. Per tant, **el reactiu limitant és el CaCO_3 , i l'excés d'HCl és: $0,25 - 2 \cdot 0,021 = 0,208 \text{ mol}$** [0,5 punts]
- c) Aplicant l'equació dels gasos ideals a 0,021 mol: **$V(\text{CO}_2) = 0,513 \text{ L}$** [0,5 punts]
- d) **$[\text{CaCl}_2] = 0,42 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $[\text{HCl}] = 4,16 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$** [0,5 punts]

OPCIÓ A

4.

- a) A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
 B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ [0,5 punts]
- b) B és un àtom alcalí, fàcilment ionitzable, per tant, la seva energia de ionització serà més baixa que la de l'àtom A [0,5 punts]
- c) A pot convertir-se en A^{2-} guanyant dos electrons. Així, el compost que es formaria seria BA_2 [0,5 punts]
- d) $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{2856 \text{ Å}} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ Å}}{1 \cdot 10^{-10} \text{ m}} = 418,75 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ [0,5 punts]

5.

- e) La dissociació d'un àcid fort és total, mentre que la d'un àcid feble és parcial, hi ha un equilibri entre la forma no dissociada i la dissociada. [0,5 punts]
- f) Hidròlisi: Si l'anió (catió) d'una sal prové d'un àcid (base) feble, l'equilibri de dissociació de l'àcid (base) implica una disminució de la concentració de H^+ (OH^-) i, per tant, una disminució (augment) del pH; la dissolució serà bàsica (àcida) [0,5 punts]
- g) $H_2SO_4 < HCl < CH_3COOH < NH_3 < NaOH$
 (justificat per la concentració de protons, caràcter àcid o bàsic, fort o feble) [0,5 punts]
- h) $NH_4Cl < NaCl = KNO_3 < NaCH_3COO$
 (justificat per l'existència o no d'hidròlisi àcida o bàsica) [0,5 punts]

OPCIÓ B

4. Clorur de coure(II): $CuCl_2$

- a) El dipòsit vermellós correspon a Cu metàl·lic que apareix per **reducció del Cu^{2+} al càtode:**
 $Cu^{2+} + 2 e^- \rightarrow Cu$.
 El **despreniment gasós** té lloc a l'**ànode**. Es pot acceptar qualsevol d'aquestes possibilitats:
 $2 Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2 e^-$
 $2 H_2O \rightarrow O_2 + 4 H^+ + 4 e^-$ (o $4 OH^- \rightarrow O_2 + 2 H_2O + 4 e^-$) [1 punt]
- b) Per factors de conversió: **es dipositen 2,96 g de Cu** [1 punt]

$$5. \quad K_c = \frac{[SO_3][NO]}{[SO_2][NO_2]} = \frac{n(SO_3)n(NO)}{n(SO_2)n(NO_2)} = 3$$

- a) $\frac{0,8 \cdot 0,8}{0,4 \cdot 0,4} = 4 > K_c \Rightarrow$ **no està en equilibri**: es desplaçarà cap a l'esquerra [0,5 punts]
- b) $\frac{(0,8 - x)^2}{(0,4 + x)^2} = 3 \Rightarrow x^2 + 2x - 0,08 = 0 \Rightarrow x = 0,04$
 $n(SO_2) = n(NO_2) = 0,44 \text{ mol}$
 $n(SO_3) = n(NO) = 0,76 \text{ mol}$ [1 punt]
- c) **No es modifica**, en no haver increment de nombre de mols en la reacció [0,5 punts]