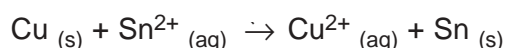




Contesteu a les preguntes 1, 2 i 3, i a la 4 i la 5 d'una de les dues opcions, A o B.

1. Per a la reacció següent:



- Justifiqueu si, en condicions estàndard, tindrà lloc tal com està escrita o en sentit contrari. [0,5 punts]
- Expliqueu de quina manera es pot construir una pila en la qual tingui lloc aquesta reacció (en el sentit adequat). Indiqueu l'ànode, el càtode i el sentit del moviment dels electrons pel circuit extern. [1 punt]
- Calculeu la força electromotriu estàndard de la pila. [0,5 punts]

Dades: $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$, $E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ V}$

2. L'àcid nítrós és un àcid dèbil, amb una constant de dissociació $K_a = 4,3 \cdot 10^{-4}$.

- Escriviu la reacció de neutralització de l'àcid nítrós amb l'hidròxid de bari. [0,5 punts]
- Calculeu la concentració que ha de tenir una dissolució d'àcid nítrós si volem que el seu pH sigui igual al d'una dissolució d'àcid clorhídric 0,01 M. [1 punt]
- Determineu la massa d'hidròxid de bari necessària per neutralitzar 10 cm³ de la dissolució d'àcid nítrós de l'apartat b). [0,5 punts]

Dades: masses atòmiques: H = 1, N = 14, O = 16, Ba = 137,3

3. Les entalpies estàndard de formació del butà, l'aigua líquida i el diòxid de carboni són, respectivament, -124,7, -285,5 i -393,5 kJ · mol⁻¹.

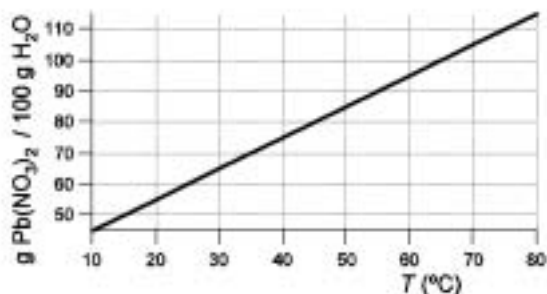
- Escriviu la reacció de combustió del butà. [0,5 punts]
- Calculeu l'entalpia estàndard de combustió del butà. [0,5 punts]
- Trobeu la quantitat d'energia calorífica que s'obté en cremar tot el butà d'una bomba (12,5 kg). [0,5 punts]
- Si aquesta energia s'utilitza per escalfar aigua des de 10 °C fins a 40 °C, calculeu la quantitat d'aigua calenta que es podria obtenir. [0,5 punts]

Dades: masses atòmiques: H = 1, C = 12

capacitat calorífica de l'aigua: 4,18 kJ · kg⁻¹ K⁻¹

OPCIÓ A

4. La gràfica següent mostra la variació amb la temperatura de la solubilitat del $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ en aigua, expressada en grams de solut per 100 grams d'aigua:



- a) Feu una estimació de la massa de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ que es pot dissoldre en 1 kg d'aigua a 25 $^{\circ}\text{C}$. [0,5 punts]
- b) És saturada a 70 $^{\circ}\text{C}$ una dissolució de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ del 50% en massa? [0,5 punts]
- c) Es barregen 150 g de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ i 200 g d'aigua a 25 $^{\circ}\text{C}$. Justifiqueu si la dissolució serà o no saturada i quina serà la massa de solut no dissolta (si n'hi ha). [0,5 punts]
- d) Justifiqueu si el procés de dissolució d'aquesta sal és exotèrmic o endotèrmic. [0,5 punts]
5. Es vol dipositar electrolíticament una capa de 0,005 mm d'or sobre una moneda metàl·lica que té una superfície total de 3 cm^2 . Per fer-ho s'introdueix la moneda en un bany que conté ions Au^{3+} , i es connecta a un circuit pel qual circula un corrent de 0,1 A.
- a) Indiqueu si la moneda haurà d'actuar com a ànode o com a càtode. [0,5 punts]
- b) Escriviu la reacció que tindrà lloc a l'elèctrode. [0,5 punts]
- c) Calculeu la massa d'or que cal dipositar. [0,5 punts]
- d) Determineu el temps que haurà de circular el corrent. [0,5 punts]

Dades: masses atòmiques: $\text{Au} = 197$

Densitat de l'or = $19,3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

1 Faraday = $96\,485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

OPCIÓ B

4. Per a la reacció d'esterificació que té lloc entre l'àcid propanoic i l'etanol per donar propanoat d'etil i aigua (totes les espècies són líquides):

- a) Escriviu l'equació de la reacció. [0,5 punts]
- b) Si la constant d'equilibri de la reacció és $K_c = 16,0$, trobeu les concentracions a l'equilibri quan la reacció s'inicia amb 1 mol de cada reactiu en un recipient d'1 litre de capacitat. [1 punt]
- c) Escriviu i anomenau algun isòmer de l'èster format. [0,5 punts]

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. El potencial d'ionització dels elements en la taula periòdica:

- a) disminueix en un grup quan s'incrementa el nombre atòmic.
- b) augmenta en un grup quan s'incrementa el nombre atòmic.
- c) és el mateix per a tots els elements d'un grup.
- d) és el mateix per a tots els elements d'un període.

5.2. Un ió positiu M^+ es pot obtenir a l'àtom neutre M:

- a) arrencant un protó.
- b) afegint un protó.
- c) arrencant un electró.
- d) afegint un neutró.

5.3. La molècula de NH_3 és polar perquè:

- a) té tres hidrògens i un sol nitrogen.
- b) té geometria piramidal.
- c) l'hidrogen té molta afinitat amb l'aigua.
- d) totes les molècules que tenen nitrogen són polars.

5.4. La geometria de la molècula de monòxid de carboni és:

- a) angular, perquè l'oxigen té dos parells d'electrons solitaris que deformen la molècula lineal.
- b) angular, perquè només són lineals les molècules amb àtoms idèntics.
- c) lineal, perquè tots els àtoms de la molècula són del mateix període de la taula periòdica.
- d) lineal, perquè la molècula només té dos àtoms.

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. Barregem 50 cm³ d'una solució de NaOH 0,1 M amb 100 cm³ d'una solució de NaOH 0,4 M.

- a) Trobeu la concentració de la dissolució resultant. [0,5 punts]
- b) Fem servir la dissolució que hem preparat per valorar 20 cm³ d'un àcid clorhídric de concentració desconeguda, i n'emprem 11,4 cm³ per arribar al punt d'equivalència. Determineu la concentració de la dissolució d'àcid clorhídric. [0,5 punts]
- c) Expliqueu detalladament el procediment de laboratori que cal seguir per fer la valoració, i esmenteu el material emprat. [1 punt]

2. El clorur de nitrosil (NOCl) és un gas que es descompon a temperatura elevada en monòxid de nitrogen (NO) i clor (Cl₂), ambdós gasosos. Si s'introdueixen 2 mol de NOCl en un recipient d'un litre i s'escalfen a 650 K, s'arriba a l'equilibri quan s'ha descompost un 20% del reactiu.

- a) Trobeu la constant d'equilibri K_c a aquesta temperatura. [1 punt]
- b) Determineu la pressió final del recipient. [0,5 punts]
- c) Indiqueu alguna manera d'incrementar el rendiment de la reacció. [0,5 punts]

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

3. El sulfur de zinc es transforma en sulfat de zinc per reacció amb àcid nítric concentrat, i es desprèn monòxid de nitrogen (NO).

- a) Indiqueu les espècies oxidant i reductora. [0,5 punts]
- b) Escriviu la reacció corresponent, igualada pel mètode de l'ió-electró. [1 punt]
- c) Calculeu la massa de sulfat de zinc que s'obtindrà per reacció entre 50 cm³ d'àcid nítric 13 M i la quantitat suficient de sulfur de zinc. [0,5 punts]

Dades: masses atòmiques: H = 1, N = 14, O = 16, S = 32, Zn = 65,4

OPCIÓ A

4. Disposem de dos recipients; un d'ells conté 25 cm^3 d'àcid clorhídric $0,2\text{ M}$ i l'altre 25 cm^3 d'àcid fluorhídric $0,2\text{ M}$.

- a) Justifiqueu qualitativament quina de les dues dissolucions tindrà un pH més elevat. [0,4 punts]
- b) Justifiqueu quina de les dues dissolucions necessitaria un volum més gran de dissolució d'hidròxid de sodi $0,1\text{ M}$ per arribar al punt d'equivalència en una valoració. [0,4 punts]
- c) Indiqueu en cada cas si la dissolució resultant de la valoració un cop arribat al punt d'equivalència és àcida, bàsica o neutra. [0,4 punts]
- d) Indiqueu el significat de les advertències de perillositat que apareixen en els recipients d'àcid fluorhídric concentrat. [0,4 punts]



T+

- e) Raoneu quin dels dos pictogrames anteriors ha d'aparèixer als recipients d'àcid clorhídric concentrat. [0,4 punts]

Dades: K_a (àcid fluorhídric) = $5,6 \cdot 10^{-4}$

5.

- a) Representeu les estructures de Lewis dels elements nitrogen, oxigen i clor. [0,5 punts]
- b) D'acord amb la teoria de la repulsió dels parells d'electrons de valència, justifiqueu les estructures i la geometria de les molècules NCl_3 , Cl_2O i NO , i indiqueu, a més a més, el tipus d'enllaç que es forma i si les molècules són polars o no. [1,5 punts]

Dades: nombres atòmics: $\text{N} = 7$, $\text{O} = 8$, $\text{Cl} = 17$

OPCIÓ B

4. S'evaporen 250 cm³ de dissolució saturada de sulfat de calci, i se n'obté un residu sòlid de 207 mg.

- a) Calculeu la solubilitat de la sal en mol · dm⁻³. [0,5 punts]
- b) Calculeu la constant del producte de solubilitat del sulfat de calci. [0,5 punts]
- c) Determineu si precipitarà o no sulfat de calci en barrejar 50 cm³ de nitrat de calci 0,001 M i 50 cm³ de sulfat de sodi 0,01 M. [1 punt]

Dades: masses atòmiques: O = 16, S = 32, Ca = 40

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. Mentre té lloc el procés de canvi d'estat d'una substància pura:

- a) sempre cal subministrar calor al sistema.
- b) la temperatura es manté constant.
- c) la pressió es manté constant.
- d) l'entropia del sistema augmenta.

5.2. Indiqueu quina de les següents afirmacions és **incorrecta**.

- a) L'entalpia estàndard de formació del nitrogen líquid és zero.
- b) La solidificació és un procés exotèrmic.
- c) En algunes reaccions la variació d'energia interna coincideix amb la variació d'entalpia.
- d) La variació d'entalpia coincideix amb la quantitat de calor transferida a pressió constant.

5.3. Per a la reacció $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta H^\circ = -92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, de quina manera aconseguiríem un increment més gran del rendiment?

- a) Incrementant la pressió i la temperatura.
- b) Disminuint la pressió i la temperatura.
- c) Augmentant la pressió i disminuint la temperatura.
- d) La pressió no hi té res a veure; només cal disminuir la temperatura.

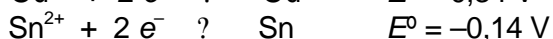
5.4. Un dels processos següents implica una disminució de l'entropia del sistema:

- a) L'escalfament d'aigua de 0 a 80 °C.
- b) L'obtenció de NaCl a partir de Cl₂ i Na.
- c) La descomposició del CaCO₃ en CaO i CO₂.
- d) La sublimació del iode.

SÈRIE 4

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. Pila de Cu i Sn.

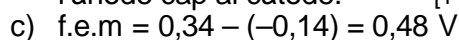


El sentit correcte és l'oposat: dona una f.e.m positiva.

[0,5 punts]

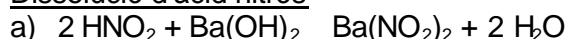
b) Per muntar la pila cal utilitzar dos recipients (vasos de precipitats), un per la dissolució anòdica (Sn^{2+} amb un elèctrode de Sn) i l'altre per la dissolució catòdica (Cu^{2+} amb un elèctrode de Cu). Les dues dissolucions es posen en contacte per un pont salí (o qualsevol altra unió líquida). En unir els dos elèctrodes mitjançant un fil conductor (metàl·lic) es tanca el circuit externament, circulant els electrons en el sentit de l'ànode cap al càtode.

[1 punt]

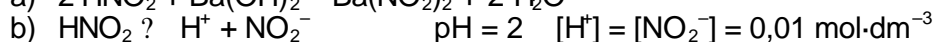


[0,5 punts]

2. Dissolució d'àcid nítrós



[0,5 punts]



$$4,3 \cdot 10^{-4} \approx \frac{10^{-4}}{c \approx 0,01} \quad ? \quad c = 0,24 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$$

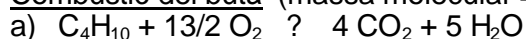
[1 punt]

(També es pot considerar vàlid si es fa la suposició $c \approx 0,01 \sim c$. Aleshores, s'obté $c \approx 0,23 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)



[0,5 punts]

3. Combustió del butà (massa molecular = $58 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)



[0,5 punts]

b) $? H^\circ = 4(-393,5) + 5(-285,5) - 124,7 = -2876 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

[0,5 punts]

c) $12,5 \text{ kg} = 215,5 \text{ mol butà} \quad ? \quad 6,20 \cdot 10^5 \text{ kJ}$

[0,5 punts]

d) $m \approx \frac{6,20 \cdot 10^5 \text{ kJ}}{40 \cdot 10^3 \text{ K} \cdot 4,18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}} \approx 4944 \text{ kg H}_2\text{O}$

[0,5 punts]

OPCIÓ A

4. Solubilitat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

- a) A 25 °C, la solubilitat és 60 g / 100 g aigua. Per tant, 600 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ [0,5 punts]
 b) A 70 °C la solubilitat és 105 g /100 g. Al 50 % implica 100 g solut /100 g aigua, per tant no és saturada.
 c) A 25 °C es dissolen 120 g en 200 g d'aigua. Per tant, hi ha 30 g de sòlid no dissolt. [0,5 punts]
 d) L'equilibri de dissolució es desplaça cap a les espècies dissoltes en augmentar la temperatura, per tant el procés és endotèrmic. [0,5 punts]

5. Recobriment d'or (massa atòmica = 197)

- a) Es tracta d'una reducció, per tant tindrà lloc al càtode [0,5 punts]
 b) $\text{Au}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Au}$ [0,5 punts]
 c) Volum = $3 \text{ cm}^2 \times 0,005 \text{ mm} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$
 Massa d'or = $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3 \times 19,3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 0,0289 \text{ g}$ [0,5 punts]
 d) $0,0289 \text{ g} \rightarrow 1,467 \cdot 10^{-4} \text{ mol Au} \rightarrow 4,402 \cdot 10^{-4} \text{ mol e}^- \rightarrow 42,47 \text{ C} \rightarrow 424,7 \text{ s}$ [0,5 punts]

OPCIÓ B

4. Esterificació

- a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ [0,5 punts]
 b) $[\text{èster}] = [\text{H}_2\text{O}] = x / V$

$$[\text{àcid}] = [\text{etanol}] = (1 - x) / V ; K_c = 16 = \frac{x^2}{1-x} \quad ? \quad 4 = \frac{x}{1-x} \quad ? \quad x = 0,8 / V$$

$$\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

(s'accepta considerar que el volum és $V = 1 \text{ L}$)

[1 punt]

- c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ àcid pentanoic
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ butanoat de metil
 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ acetat de propil [0,5 punts]
 (només cal donar-ne un)

5. respostes a preguntes objectives (no cal justificació)

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

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. Valoració HCl + NaOH.

- a) $50 \text{ cm}^3 \text{ NaOH } 0,1 \text{ M} \rightarrow 0,005 \text{ mol NaOH}$
 $100 \text{ cm}^3 \text{ NaOH } 0,4 \text{ M} \rightarrow 0,04 \text{ mol NaOH}$;
 Total = $0,045 \text{ mol NaOH en } 150 \text{ cm}^3 \rightarrow 0,3 \text{ M}$ [0,5 punts]
- b) Per factors de conversió: $0,17 \text{ M HCl}$ [0,5 punts]
- c) La mostra d'àcid (20 cm^3) es mesura amb pipeta aforada i es posa en un erlenmeyer; s'hi afegeixen unes gotes de solució indicadora (fenolftaleïna, ...). La dissolució de NaOH 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. Descomposició NOCl

- a) $2 \text{ NOCl} \rightarrow 2 \text{ NO} + \text{Cl}_2$ fracció descomposta: $x = 0,2$
 $[\text{NOCl}] = 1,6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$; $[\text{NO}] = 0,4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$; $[\text{Cl}_2] = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ [0,5 punts]
- $K_c \rightarrow \frac{[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2} \rightarrow 0,0125 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ [0,5 punts]
- (es pot admetre amb o sense unitats)
- b) Nombre total de mols de gas = 2,2.
 A partir de $PV = nRT$, $P = 117,3 \text{ atm}$ [0,5 punts]
- c) – Disminuint la pressió (o augmentant el volum del recipient).
 – Incrementant la quantitat de reactiu o traient els productes.
 (Només cal donar un dels dos mètodes. Si només es comenta la possible influència de la temperatura **en relació amb el hipotètic caràcter exotèrmic o endotèrmic de la reacció**, compteu 0,25 punts)

3. Oxidació del sulfur de zinc

- a) Oxidant: NO_3^- (o HNO_3)
 Reductor: S^{2-} (o ZnS) [0,5 punts]
- b) Oxidació: $\text{S}^{2-} + 4 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 8 \text{ H}^+ + 8 \text{ e}^-$
 Reducció: $\text{NO}_3^- + 4 \text{ H}^+ + 3 \text{ e}^- \rightarrow \text{NO} + 2 \text{ H}_2\text{O}$ [0,5 punts]
 Total: $3 \text{ S}^{2-} + 8 \text{ NO}_3^- + 8 \text{ H}^+ \rightarrow 3 \text{ SO}_4^{2-} + 8 \text{ NO} + 4 \text{ H}_2\text{O}$
 $3 \text{ ZnS} + 8 \text{ HNO}_3 \rightarrow 3 \text{ ZnSO}_4 + 8 \text{ NO} + 4 \text{ H}_2\text{O}$ [0,5 punts]
- c) Per factors de conversió: $39,34 \text{ g ZnSO}_4$ [0,5 punts]

OPCIÓ A

4. Dissolucions HCl i HF

- a) HCl és àcid fort el pH serà menor que el del HF [0,4 punts]
 b) EL nombre de mols de H⁺ és el mateix, per tant necessitaran el mateix volum de dissolució de NaOH.
 c) HCl + NaOH: àcid fort + base forta ? la dissolució serà neutra (pH=7)
 HF + NaOH: àcid dèbil + base forta ? la dissolució serà bàsica (pH >7) [0,4 punts]
 d) Substància corrosiva; destrueix teixits vius i altres materials.
 Substància molt tòxica, per inhalació, ingestió o en contacte amb la pell. [0,4 punts]
 e) L'àcid clorhídric concentrat ha de tenir la indicació de corrosiu. [0,4 punts]

5. Estructures de Lewis de N, O i Cl

- a) **N**: configuració electrònica $1s^2 2s^2 2p^3$ (estructura de Lewis)
O: configuració electrònica $1s^2 2s^2 2p^4$ "
Cl: configuració electrònica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ " [0,5 punts]
 b) **NCI₃**: El nitrogen té tres parells d'electrons enllaçats (amb cada Cl) i un de no enllaçat. La estructura serà piràmide triangular. La molècula és polar i l'enllaç covalent [0,5 punts]
Cl₂O: L'oxigen té dos parells d'electrons enllaçats (amb cada Cl) i dos de no enllaçats. La estructura serà angular. La molècula és polar i l'enllaç covalent
NO: Hi ha un doble enllaç entre els dos àtoms. Com que la molècula és diatòmica, forçosament és lineal, i polar en ser diferents els dos àtoms. Enllaç covalent. [0,5 punts]

OPCIÓ B

5. Dissolució saturada de CaSO₄ (massa molecular = 136 g·mol⁻¹)

- a) 0,207 g CaSO₄ ? 0,0152 mol ? $s = 0,0609 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ [0,5 punts]
 b) $K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = s^2 = 3,71 \cdot 10^{-5}$ [0,5 punts]
 c) Ca(NO₃)₂ 0,001 M ? $[\text{Ca}^{2+}] = 0,0005 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
 Na₂SO₄ 0,01 M ? $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,005 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
 $[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 2,5 \cdot 10^{-6} < K_{ps}$? no precipitarà [1 punt]

6. respostes a preguntes objectives (no cal justificació)

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