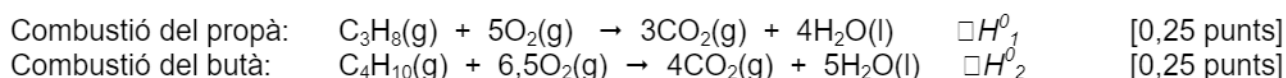


SÈRIE 2

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)

1.1 Combustions del propà i el butà

$$\Delta H_1^0 = 4\Delta H_f^0 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\Delta H_f^0 \text{CO}_2(\text{g}) - \Delta H_f^0 \text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$$

$$\Delta H_1^0 = 4(-285,8) + 3(-393,5) - (-103,8) = -2219,9 \text{ kJ} \quad [0,25 \text{ punts}]$$

$$\Delta H_2^0 = 5\Delta H_f^0 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\Delta H_f^0 \text{CO}_2(\text{g}) - \Delta H_f^0 \text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$$

$$\Delta H_2^0 = 5(-285,8) + 4(-393,5) - (-126,5) = -2876,5 \text{ kJ} \quad [0,25 \text{ punts}]$$

Atès que la calor a pressió constant és la ΔH :

propà: calor a pressió constant per mol de $\text{CO}_2 = -2219,9/3 = -740 \text{ kJ/mol de CO}_2$
 butà: calor a pressió constant per mol de $\text{CO}_2 = -2876,5/4 = -719,1 \text{ kJ/mol de CO}_2$

No caldrà posar el signe (-) si s'indica que és una calor alliberada pel sistema [0,25 + 0,25 punts]

1.2 Raonament:

En la combustió del propà s'allibera més energia per mol de CO_2 emès. Per aquesta raó es pot considerar un combustible relativament més net que el butà. [0,5 punts]

Si no es fan els càlculs però s'indica que el combustible més "net" serà aquell que alliberi més energia per mol de CO_2 format (o menys CO_2 per unitat d'energia alliberada), l'apartat es puntuarà amb [0,2 punts]

2.1 Modificació de la velocitat de dissolució àcida del CaCO_3

Disminució de la mida de les partícules del sòlid (p.ex. per mòlta), cosa que dóna lloc a una major superfície de contacte entre el CaCO_3 i la solució de HCl . [0,5 punts]

Augment de la concentració d' HCl . [0,5 punts]

També es pot considerar l'augment de l'agitació de la solució on té lloc la reacció.

2.2 Efecte d'un catalitzador sobre un equilibri

Les concentracions d'equilibri no es veuen afectades per la incorporació d'un catalitzador. Aquest, tan sols modifica els valors de la velocitat de les reaccions directa i inversa, però sense modificar el valor de la constant d'equilibri que, tan sols, depèn de la temperatura. [0,5 punts]

2.3 Efecte de la disminució del volum sobre la velocitat d'una reacció entre gasos

La disminució del volum provoca un augment de la concentració (o pressió parcial) dels reactius gasosos, cosa que fa que la freqüència de xocs eficaços augmenti i en conseqüència augmenti també la velocitat de la reacció.

[0,5 punts]

3.1 Igualació de la reacció

Reducció: $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ [0,2 punts]

Oxidació: $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ [0,2 punts]

Reacció iònica global: $2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ + 5\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

Reacció molecular: $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ [0,2 punts]

No caldrà que s'escrigui la reacció molecular per obtenir la puntuació màxima de l'apartat. Amb la reacció iònica serà suficient.

3.2 Procediment de preparació de la solució diluïda:

Obrir el flascó d'aigua oxigenada i pipetejar 25 mL del producte amb una pipeta aforada de 25 mL. L'aspiració del líquid es farà mitjançant una pera de goma o un altre estri per a l'aspiració. Per no contaminar el contingut del flascó, pot disposar-se una petita quantitat de l'aigua oxigenada (p.e. uns 30 mL) en un vas de precipitats i, d'aquest, pipetejar els 25 mL de producte. Els producte sobrant es pot llençar per l'aigüera.

Disposar el volum pipetejat en un matràs aforat de 250 mL, addicionar amb compte mitjançant una proveta la quantitat suficient de solució d'àcid sulfúric (preferentment s'usarà una solució diluïda per raons de seguretat i per evitar l'escalfament del líquid). Finalment, s'addicionarà aigua destil·lada fins la marca de l'enràs. Caldrà tenir cura a l'hora d'enrasar l'aforat, la temperatura de la solució sigui la temperatura ambient.

Tapar el matràs i agitar el contingut per tal d'homogeneïtzar la solució.

Etiquetar o retolar el matràs.

Puntuació: - si es citen els 3 particulars subratllats: [0,6 punts]

- si es fa esment d'algun altre particular assenyalat en el procediment descrit: [0,2 punts]

3.3 Concentració de peròxid d'hidrogen en la solució diluïda d'aigua oxigenada comercial

$$0,022 \text{ L solució } \text{MnO}_4^- \cdot \frac{0,020 \text{ mol } \text{MnO}_4^-}{1 \text{ L solució } \text{MnO}_4^-} \cdot \frac{5 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}_2}{2 \text{ mol } \text{MnO}_4^-} \cdot \frac{1}{0,010 \text{ L solució}(d)} = 0,11 \text{ M}$$

[0,6 punts]

OPCIÓ A

4.1 Càlcul del pH en el que precipita l'hidròxid d'alumini

- | | | |
|------------------------------|---|---|
| - Equilibri de precipitació: | $\underset{s}{\text{Al(OH)}_3(\text{s})} \rightleftharpoons \underset{s}{\text{Al}^{3+}(\text{aq})} + \underset{3s}{3\text{OH}^-(\text{aq})}$ | [0,2 punts] |
| - Producte de solubilitat: | $K_{ps} = 3,7 \cdot 10^{-15} = [\text{Al}^{3+}(\text{aq})] \cdot [\text{OH}^-(\text{aq})]^3$ $s \cdot (3s)^3 = 27s^4 = 3,7 \cdot 10^{-15}$ $s = 1,082 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ $[\text{OH}^-(\text{aq})] = 3s = 3,25 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ | [0,1 punts]
[0,3 punts]
[0,4 punts] |
| - Càlcul de pH: | $\text{pOH} = -\log 3,25 \cdot 10^{-4} = 3,49$ $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,49 = 10,51$ | [0,5 punts] |

4.2 Solubilització del precipitat d'hidròxid d'alumini

Els hidròxids reaccionen amb els àcids i formen sals.

El sulfat d'alumini (veure enunciat) és una sal d'alumini soluble en aigua.

El més lògic, doncs, serà dissoldre el precipitat d'hidroxid d'alumini addicionant una solució d'àcid sulfúric. També es pot emprar una solució d'HCl o de qualsevol altra àcid que doni lloc a una sal soluble.

[0,5 punts]

5.1 Comparació de radis atòmics

L'oxigen i el fluor, per la seva configuració electrònica ($n=2$), es troben en el segon període de la taula periòdica, mentre que el sodi és el primer element del tercer període ($n=3$). Atès que n condiciona enormement el valor del radi atòmic, cal concloure que l'element amb un radi atòmic més gran serà el sodi.

[0,5 punts]

5.2 Comparació entre el radi iònic del fluor i el seu radi atòmic

El fluor té 9 electrons i 9 protons mentre que l'ió fluorur, també amb nou protons, acull 10 electrons. Resulta evident que els 10 electrons de l'ió fluorur estaran menys atrets pel nucli que no pas els 9 electrons de l'àtom neutre i per aquesta raó l'ió fluorur tindrà un radi més gran.

[0,5 punts]

5.3 Tipus d'enllaç en el OF_2 . Geometria, angle d'enllaç i polaritat d'aquesta molècula

El fluor (l'element més electronegatiu) i l'oxigen (el tercer element més electronegatiu) presenten una electronegativitat propera. En base a l'elevat caràcter electronegatiu d'aquests elements, cal preveure que el OF_2 sigui una molècula en la què els àtoms estaran enllaçats mitjançant enllaços covalents.

[0,5 punts]

Considerant el mètode de la repulsió dels parells electrònics de la capa de valència, resulta que la geometria del OF_2 és semblant a la de l'aigua: és dir, una molècula angular amb un angle d'enllaç proper a 105° (valor de angle interior del tetraedre).

[0,3 punts]

Atesa aquesta geometria i la seva semblança amb la de la molècula d'aigua, cal esperar que la molècula de OF_2 sigui polar.

[0,2 punts]

OPCIÓ B

4.1 Càlcul del nombre total de mols en l'equilibri

	$\text{N}_2(\text{g})$	$+ 3\text{H}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2\text{NH}_3(\text{g})$	
Condicions inicials (mol)	10	30		0	
Equilibri (mol):	$10-x$	$30-3x$		$2x$	mols totals = $40 - 2x$
Equilibri (mol):	4,4	$30-3x$		$2x$	mols totals = $40 - 2x$

[0,2 punts]

Càlcul dels mols de $\text{N}_2(\text{g})$ que han reaccionat: $10 - x = 4,4$
d'on $x = 10 - 4,4 = 5,6$

[0,2 punts]

Mols de $\text{NH}_3(\text{g})$ en l'equilibri: $\text{NH}_3(\text{g}) = 2 \cdot 5,6 = 11,2 \text{ mol}$

[0,3 punts]

Mols dels gasos en l'equilibri:

$\text{N}_2(\text{g}) =$	4,4 mol
$\text{H}_2(\text{g}) =$	$30 - 3 \cdot 5,6 = 13,2 \text{ mol}$
$\text{NH}_3(\text{g}) =$	$2 \cdot 5,6 = 11,2 \text{ mol}$

Total gasos = 28,8 mol

[0,3 punts]

4.2 Càlcul de les pressions parcials en l'equilibri:

Es podran calcular a través de l'expressió $p_i = x_i p_{\text{total}}$ i de les fraccions molars de cada gas.

Pressions parcials dels gasos en l'equilibri:

	$\text{N}_2(\text{g}) =$	$4,4 \cdot 50 / 28,8 = 7,64 \text{ atm}$	[0,2 punts]
	$\text{H}_2(\text{g}) =$	$13,2 \cdot 50 / 28,8 = 22,92 \text{ atm}$	[0,2 punts]
	$\text{NH}_3(\text{g}) =$	$11,2 \cdot 50 / 28,8 = 19,44 \text{ atm}$	[0,2 punts]
Comprovació:	Pressió total =	$= 50 \text{ atm}$	

4.2 Càlcul de K_p

El valor de K_p serà:

$$K_p = \frac{p_{\text{NH}_3}^2}{p_{\text{N}_2} \cdot p_{\text{H}_2}^3} = \frac{19,44^2}{7,64 \cdot 22,92^3} = 4,1 \cdot 10^{-3}$$

[0,1 punts expressió + 0,3 punts valor]

5.1 Resposta correcta: b

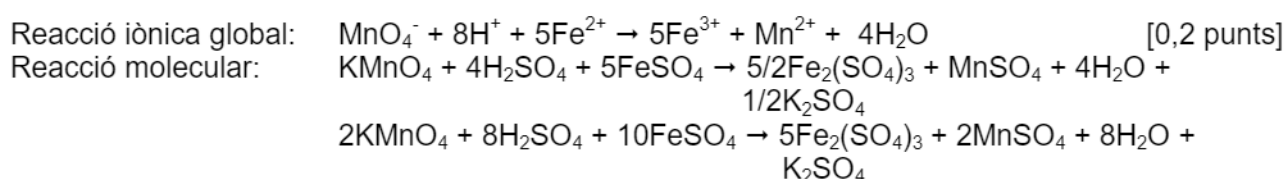
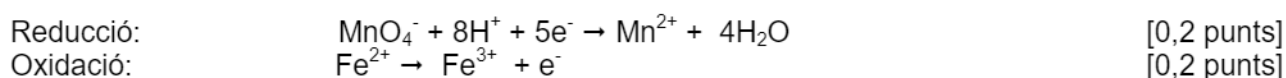
5.2 Resposta correcta: b

5.3 Resposta correcta: a

5.4 Resposta correcta: b

SÈRIE 5

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)

1.1 Igualació de la reacció

És suficient haver igualat be la reacció iònica per obtenir els 0,2 punts del subapartat.

1.2 Càlcul dels mg de Fe^{2+} en el comprimit

$$6,6 \text{ mL só } \text{MnO}_4^- \cdot \frac{0,020 \text{ mol } \text{MnO}_4^-}{1000 \text{ mL só } \text{MnO}_4^-} \cdot \frac{5 \text{ mol } \text{Fe}^{2+}}{1 \text{ mol } \text{MnO}_4^-} \cdot \frac{55850 \text{ mg } \text{Fe}^{2+}}{1 \text{ mol } \text{Fe}^{2+}} = 36,9 \text{ mg catió } \text{Fe}^{2+}$$

[0,8 punts]

1.3 Reducció del catió Fe^{2+} 

Interès del producte format en la reacció: Producció de Fe metall, acers i altres aliatges.

Nom de les indústries: Indústries siderúrgiques [0,2 punts]

També s'acceptarà la denominació genèrica "indústries metal·lúrgiques" [0,2 punts]

2.1 Valoració de la solució d'àcid acètic:

Càlcul del volum de la solució de KOH 1,0 M.

$$0,020 \text{ L solució acètic} \cdot \frac{0,50 \text{ mol acètic}}{1 \text{ L solució acètic}} \cdot \frac{1 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol acètic}} \cdot \frac{1 \text{ L solució KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 0,010 \text{ L KOH}$$

Volum de la solució de KOH 1,0 M = 10 mL [0,5 punts]

2.2 Hidròlisi dels ions:

L'ió acetat manifestarà hidròlisi alcalina (anió corresponent a un àcid feble) i per aquesta raó el pH en el punt d'equivalència serà superior a 7.

[0,3 punts]

2.3 Preparació de 50 mL d'una solució d'àcid acètic 0,25 M a partir de la solució 0,50 M.

Càlcul del volum de solució 0,50 M necessari:

$$0,050 \text{ L solució diluïda} \cdot \frac{0,25 \text{ mol acètic}}{1 \text{ L solució diluïda}} \cdot \frac{1 \text{ L solució } 0,5 \text{ M}}{0,5 \text{ mol acètic}} = 0,025 \text{ L solució } 0,5 \text{ M}$$

[0,25 punts]

Obrir el flascó de la solució 0,5 M d'àcid acètic i pipetejar mitjançant una pipeta aforada (25 mL) (o graduada 25 mL), usant una pera de goma o un altre estri per a l'aspiració) els 25,0 mL de solució que es requereixen.

Per no contaminar el contingut del flascó de la solució, pot diposar-se una petita quantitat de la mateixa (uns 30 – 35 mL) en un vas de precipitats i, d'aquest, pipetejar els 25,0 mL de la solució. El sobrant de la solució, atès que té un grau d'acidesa semblant al vinagre, es pot llençar per la pica.

Disposar el volum pipetejat en un matràs aforat de 50 mL i addicionar aigua fins la marca de l'enràs. Tapar el matràs i agitar el contingut per tal d'homogeneïtzar la solució.

Etiquetar o retolar el matràs.

Puntuació: - si se citen amb sentit els 3 particulars subratllats: [0,75 punts]

3.1 Reaccions de combustió:

- | | | | |
|-----|----------------------|---|-------------|
| (1) | combustió completa | $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ | [0,2 punts] |
| (2) | combustió incompleta | $\text{CH}_4 + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$ | [0,2 punts] |

Càlcul de ΔH^0 a 25 °C per a cada reacció:

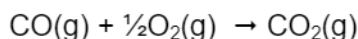
Combustió completa:	$\Delta H^0_1 = 2 \cdot (-285,8) + (-393,5) - (-74,8) - 0$	
	$\Delta H^0_1 = -890,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	[0,3 punts]

Combustió incompleta:	$\Delta H^0_2 = 2 \cdot (-285,8) + (-110,5) - (-74,8) - 0$	
	$\Delta H^0_2 = -607,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	[0,3 punts]

Arguments per a mantenir en bon estat els carburadors dels vehicles a motor i prevenir que tinguin lloc la combustió incompleta:

Evitar l'emissió d'un gas tòxic (CO) [0,2 punts]

Aprofitar millor l'energia del combustible (en la combustió incompleta, el metà proporciona menys energia) [0,2 punts]

3.2 Càlcul de la ΔH^0 de la reacció proposada:

El valor de ΔH^0 a 25 °C és: $-393,5 - (-110,5) = -283,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

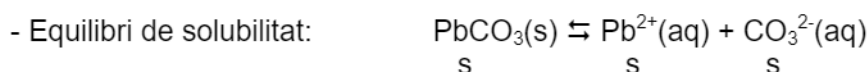
[0,3 punts]

Es tracta, doncs, d'una reacció exotèrmica.

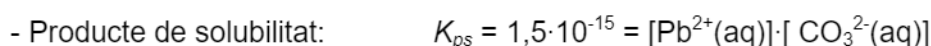
D'altra banda, ΔS^0 de la reacció és negativa, atès que en el decurs de la reacció hi ha una pèrdua en el grau de desordre molecular.

[0,3 punts]

OPCIÓ A

4.1 Solubilitat del carbonat de plom(II) i càlcul de la $[\text{Pb}^{2+}]$ 

[0,2 punts]



$$\begin{aligned} s \cdot s &= s^2 = 1,5 \cdot 10^{-15} \\ s &= 3,87 \cdot 10^{-8} \text{ M} \end{aligned}$$

[0,3 punts]

$$\frac{3,87 \cdot 10^{-8} \text{ mol PbCO}_3}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol Pb}^{2+}}{1 \text{ mol PbCO}_3} \cdot \frac{207,2 \text{ g Pb}^{2+}}{1 \text{ mol Pb}^{2+}} = 8,0 \cdot 10^{-6} \text{ g PbCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$$

[0,3

punts]

Atès que $8,0 \cdot 10^{-6}$ és més petit que $1,0 \cdot 10^{-5}$, l'aigua podria destinar-se al consum.

[0,2

punts]

4.2 Predicció de la precipitació i efecte de l'àcid nítric diluït

Es produirà precipitació si: $Q_{ps} > K_{ps}$; on $Q_{ps} = [\text{Pb}^{2+}\text{(aq)}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}\text{(aq)}]$ en la solució [0,1 punts]

Càlcul de les concentracions nominals en la solució:

$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{(0,150 \cdot 0,040) \text{ mol Pb}^{2+}}{0,200 \text{ L}} = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol Pb}^{2+} \cdot \text{L}^{-1}$$

punts]

[0,2

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{(0,050 \cdot 0,010) \text{ mol CO}_3^{2-}}{0,200 \text{ L}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol CO}_3^{2-} \cdot \text{L}^{-1}$$

[0,2 punts]

$$\text{Així, } Q_{ps} = [\text{Pb}^{2+}\text{(aq)}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}\text{(aq)}] = 3,0 \cdot 10^{-2} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 7,5 \cdot 10^{-5}$$

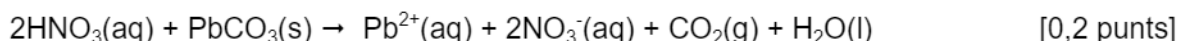
De manera que es produirà la precipitació de carbonat de plom(II)

[0,1

punts]

Efecte de l'àcid nítric diluït:

El carbonat de plom(II) és una sal de l'àcid carbònic, un àcid feble que en presència d'un àcid fort dona lloc a $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ i la corresponent salt de plom(II) de l'àcid fort. En el nostre cas, doncs, es formarà nitrat de plom(II) que, tal com queda palès en l'enunciat és una sal soluble. D'aquesta manera, l'addició de l'àcid nítric diluït provocarà la dissolució del carbonat de plom(II) a través de la següent reacció: [0,2 punts]

5.1 Situació en la taula periòdica i comparació de energies d'ionització

L'element A pertany al grup dels halògens (o grup 17) i atès que es troba en el tercer període serà el Cl.

L'element C pertany al grup dels metalls alcalins (o grup 1) i atès que es trobarà en el quart grup, serà el K. [0,2 punts]

No serà necessari que l'alumne indiqui que es tracta del Cl i el K.

L'element C (K) presentarà una energia d'ionització molt més petita que l'element A (Cl), atès que perdent l'únic electró de la seva capa de valència ja pren la configuració electrònica del gas noble (Ar).

L'element A, amb 7 electrons en la seva capa de valència serà, doncs, el que presentarà una energia d'ionització més gran. [0,3 punts]

5.2 Ubicació en el corresponent període i comparació de radis atòmics

L'element A es trobarà en el tercer període.

L'element C es trobarà en el quart període. [0,2 punts]

El radi atòmic augmenta a mesura que augmenta "n" (o el període és superior). D'aquesta manera l'element C presentarà un radi atòmic més gran que l'element A. [0,3 punts]

5.3 Estats d'oxidació més probables i tipus d'enllaç format quan A i C reaccionin entre sí

L'element A presentarà un comportament electronegatiu amb un estat d'oxidació -1.

L'element C presentarà un comportament electropositiu amb un estat d'oxidació +1. [0,2 punts]

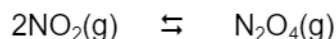
Quan A i C reaccionin entre sí, formaran un compost iònic (enllaç iònic) [0,3 punts]

5.4 Tipus d'enllaç present en els òxids d'aquests elements

L'element A originarà un òxid covalent (A té una electronegativitat semblant a la de l'oxigen) [0,25 punts]

L'element C originarà un òxid iònic (C té una electronegativitat molt diferent a la de l'oxigen) [0,25 punts]

OPCIÓ B

4.1 Equilibri de dimerització del NO_2 

Inici: 0,130 mol

Equilibri: 0,011 M

Nombre de mols de NO_2 en l'equilibri: $n_{\text{NO}_2}(\text{eq}) = 0,011 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 2 \text{ L} = 0,022 \text{ mol NO}_2$
 Mols de NO_2 que han reaccionat: $n_{\text{NO}_2}(\text{reac}) = 0,130 - 0,022 = 0,108 \text{ mol NO}_2$ [0,3 punts]

Mols de N_2O_4 en l'equilibri: $n_{\text{N}_2\text{O}_4}(\text{eq}) = \frac{1}{2} 0,108 = 0,054 \text{ mol N}_2\text{O}_4$ [0,2 punts]

Concentració de N_2O_4 en l'equilibri: $0,054 / 2 = 0,027 \text{ M}$ [0,1 punts]

Càlcul de K_c :

$$K_c = \frac{c_{\text{N}_2\text{O}_4}}{c_{\text{NO}_2}^2} = \frac{0,027}{0,011^2} = 223,1$$

[0,2 punts expressió + 0,2 punts resultat]

resultat]

4.2 Efecte de l'addició de gas inert i càlcul de la pressió final

A temperatura i volum constant, la incorporació d'una determinada quantitat de gas inert no té efecte sobre la situació d'equilibri. Això sí, atès que es produeix un augment en el nombre de mols de gas, té lloc un augment de la pressió a l'interior del recipient. [0,5 punts]

Càlcul de la pressió a l'interior del recipient:

Mols totals: mols N_2O_4 + mols NO_2 + mols gas inert = $0,054 + 0,022 + 0,200 = 0,276 \text{ mol}$

Aplicant l'equació del gas ideal:

$$p_{\text{TOTAL}} \cdot 2 = 0,276 \cdot 0,082 \cdot 298,15$$

d'on: $p_{\text{TOTAL}} = 3,37 \text{ atm}$ [0,3 punts]

5.1 Resposta correcta: a

5.2 Resposta correcta: a

5.3 Resposta correcta: c

5.4 Resposta correcta: a