

SOLUCIONS

OPCIÓ A

1A. (2 punts)

a) Pregunta competencial:

- i) Indicador: Fenolftaleïna; es valora un àcid feble (àcid acètic) amb una base forta (NaOH), per tant el pH inicialment àcid anirà variant fins arribar, en el punt d'equivalència d'aquesta valoració, a un pH bàsic

0,5 punts

- ii) Canvi de color: la solució passarà d'incolora (pH àcid) a rosa (pH bàsic)

0,5 punts

b) Formulació química:

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$: nitrat de coure(II), nitrat de coure(2+) o bis(trioxidinitrat) de coure

0,5 punts

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COONa}$: butanoat de sodi

0,5 punts

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

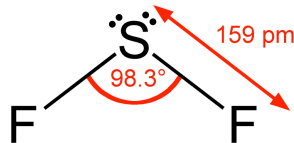
- a) La configuració electrònica de l'element sofre (S) és $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ i pertany al bloc dels calcògens (grup 16) i al tercer període de la taula periòdica.

- b) El radi atòmic dels elements tendeix a disminuir a mesura que es mouen cap a la dreta dins del mateix període ja que augmenta la càrrega nuclear efectiva, i a augmentar a mesura que es mouen cap avall dins del mateix grup ja que augmenta el nombre de capes de valència o nivells electrònics.

Donat que el fluor (F) es troba al segon període i el sofre (S) al tercer període, el radi atòmic del sofre serà més gran que el del fluor. Per tant, l'ordre serà: radi atòmic S > radi atòmic F.

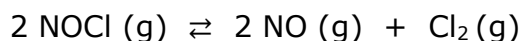
- c) Segons la Teoria de la Repulsió de Parells Electrònics de la Capa de València (TRPECV), la geometria de la molècula de SF_2 és angular. El sofre té dos parells d'electrons no enllaçants en la seva capa de valència, i cada un d'aquests parells ocupa un lloc en l'estructura molecular. Els dos parells de electrons es repel·leixen entre si, per la qual cosa s'allunyen tant com sigui possible per reduir la repulsió.

Això deixa els dos enllaços de F-S amb un angle de $98,3^\circ$ (veure figura).



- d) La molècula de SF_2 és polar. Encara que els enllaços F-S són covalents, els parells d'electrons no enllaçants al sofre generen una càrrega parcial negativa a l'estructura molecular. Això crea una distribució asimètrica de les càrregues positives i negatives a la molècula, que fa que la suma de moments dipolars sigui diferent de zero ($\sum \mu \neq 0$) i per tant la molècula sigui polar.

3A. (2 punts)



mols inicials	n_0	-	-
mols reacc.	$2x$	$2x$	x
mols equilibri	$n_0 - 2x$	$2x$	x

- a) Inicialment tenim 131 g NOCl (PM:65,5 g/mol);
i per tant: $n_0 = 2,0$ mol NOCl (g)

Si es dissocia en un 33%; això implica que:

$$\alpha = \text{mols dissociats/mols inicials} = 0,33 = 2x/2$$

i per tant $x = 0,33$; i essent el volum del recipient d'1 litre, tenim:

$$[\text{NOCl}] = 1,34 \text{ mol/L}; [\text{NO}] = 0,66 \text{ mol/L} \text{ i } [\text{Cl}_2] = 0,33 \text{ mol/L}$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2} = \frac{0,66^2 \cdot 0,33}{1,34^2} = 0,08 \text{ mol/L}$$

1 punt

- b) Segons l'equació d'equilibri, la reacció és exotèrmica. Això significa que l'augment de temperatura del sistema farà que, segons el principi de Le Chatelier, l'equilibri es desplaci cap a l'esquerra, absorbint calor. Per tant, un augment de temperatura del sistema disminuirà la concentració de Cl_2 en equilibri.

0,5 punts

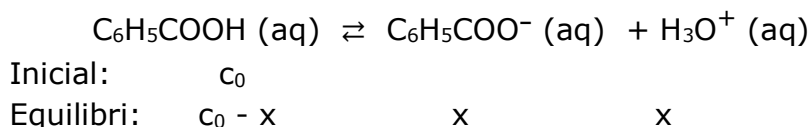
- c) Si s'afegeixen més mols de NOCl al sistema en equilibri, sense variar ni el volum ni la temperatura, segons el principi de Le Chatelier, l'equilibri es desplaçarà cap a la dreta, en direcció de la formació de més NO i Cl_2 per tal de compensar l'augment de

concentració de NOCl. Això farà augmentar la concentració de NO i Cl₂ en equilibri i disminuir la concentració de NOCl.

0,5 punts

4A. (2 punts)

a)



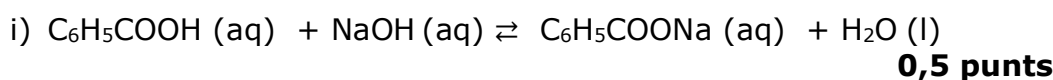
$$K_a = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} = \frac{x^2}{c_0 - x} = 6,3 \cdot 10^{-5} \quad \mathbf{0,25 \text{ punts}}$$

Inicialment tenim 8,1 g/L d'àcid benzoic (PM: 122 g/L),
Per tant; $c_0 = 0,0664 \text{ M}$

Això implica que $x = 2,045 \cdot 10^{-3} = [\text{H}_3\text{O}^+]$ **0,25 punts**

Per tant el pH = $-\log [\text{H}_3\text{O}^+] = \mathbf{2,69}$ **0,5 punts**

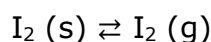
b) Reacció de neutralització:



ii) Material de vidre:
 - Bureta
 - Pipeta
 - Erlenmeyer **0,5 punts**

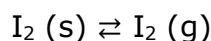
5A. (2 punts; 0,5 punts per apartat)

a) La reacció que no és un procés redox és la tercera (3):



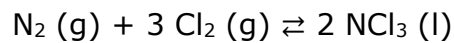
Aquesta reacció no implica cap canvi en el nombre d'electrons de l'element que intervé, de manera que no es produeix una transferència d'electrons i, per tant, no és un procés redox.

b) La tercera reacció (3):



és la que presenta una variació d'entropia positiva. Això es deu al fet que la reacció implica la formació d'un gas a partir d'un sòlid, la qual cosa resulta en un augment del desordre molecular i, per tant, en un augment de l'entropia.

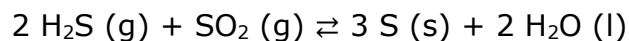
c) La segona reacció (2):



no serà mai espontània ja que la seva entalpia estàndard de reacció és positiva (+230,0 kJ/mol) i, a més a més, el signe de l'entropia és negatiu, ja que hi ha un augment de l'ordre al passar de 4 mols de gas a 2 mols de líquid. Per tant el signe de l'energia lliure de Gibbs sempre serà positiu a qualsevol temperatura el qual ens indica que la reacció mai serà espontània.

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S; \quad \text{signe } \Delta G = + - (+ \cdot -) = +$$

d) La primera reacció (1):



es desplaçarà cap als productes quan disminueixi la temperatura. Segons el principi de Le Chatelier, si disminueix la temperatura (retiram calor del sistema) la reacció es desplaçarà en el sentit d'aportar calor al sistema i per tant en el sentit exotèrmic, és a dir cap als productes.

OPCIÓ B

1B. (2 punts)

a) Equació de la velocitat de reacció:

$$V = k \cdot [O_3] \cdot [NO]$$

0,5 punts

b) Ordre total de la reacció: 2 (ordre parcial 1 respecte a cada un dels reactius)

0,5 punts

c) Agafant les dades de l'experiment 1 de la Taula, tenim:

$$42 = k \cdot 0,025 \cdot 0,020; \text{ per tant } k = 84000 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

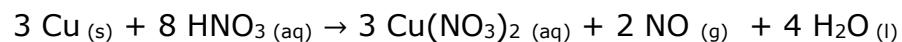
0,5 punts

d) Utilitzant el valor de k calculat a l'apartat anterior tenim:

$$12,6 = 84000 \cdot x \cdot 0,015; \text{ per tant } x = [NO] = 0,01 \text{ mol L}^{-1}$$

0,5 punts

2B. (2 punts)



a) Número d'oxidació del nitrogen:

NO: +2

Cu(NO₃)₂: +5

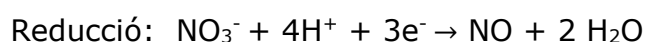
0,5 punts

b) Espècie reductora (l'espècie que s'oxida): el Cu



0,5 punts

Espècie oxidant (l'espècie que es redueix): el NO₃⁻ (o HNO₃)



0,5 punts

c) Càlcul del volum de HNO₃ (30% en pes, 1,18 g/mL) per reaccionar amb 12,7 g de coure

$$12,7 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63,5 \text{ g Cu}} \times \frac{8 \text{ mol HNO}_3}{3 \text{ mol Cu}} \times \frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{100 \text{ g HNO}_3 \text{ dió}}{30 \text{ g HNO}_3} \times \frac{1 \text{ mL HNO}_3 \text{ dió}}{1,18 \text{ g HNO}_3 \text{ dió}} =$$

$$= \mathbf{94,92 \text{ mL HNO}_3 \text{ dió (0,0949 L)}}$$

0,5 punts

3B. (2 punts)

	$\text{PCl}_5 \text{ (g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_3 \text{ (g)} + \text{Cl}_2 \text{ (g)}$
Inicial	$n_0 \quad - \quad -$
Equilibri	$n_0 - x \quad x \quad x$

a) Segons l'enunciat: $n_0 = 0,01$ mols i $x = 0,005$ mols

$$n_t = n_0 - x + x + x = n_0 + x; \quad n_t = 0,015 \text{ mols}$$

$$\text{Per tant: } P_T V = n_t R T; \quad P_T \cdot 1 = 0,015 \cdot 0,082 \cdot (250 + 273,15)$$

$$P_T = 0,6435 \text{ atm}$$

$$\text{I la fracció molar de } \text{Cl}_2; \quad X_{\text{Cl}_2} = 0,005/0,015 = 1/3$$

$$P_{\text{Cl}_2} = P_T \cdot X_{\text{Cl}_2} = 0,26435 \cdot 1/3 = 0,2145 \text{ atm}$$

1 punt

b) Càlcul de K_p

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}}; \quad P_{\text{Cl}_2} = P_{\text{PCl}_3} \text{ (i en aquest cas) } = P_{\text{PCl}_5}$$

$$\text{Per tant } K_p = 0,2145 \text{ atm}$$

0,5 punts

c) Aplicant el Principi de Le Chatelier, si hi ha una augment del volum del sistema, aquest evolucionarà cap a on hi hagi més mols de gas, per tant cap a la dreta; és a dir la concentració PCl_5 disminuirà augmentant el seu grau de dissociació.

0,5 punts

4B. (2 punts)

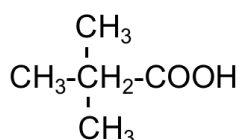
a) L'àtom de carboni a la molècula de CF_4 presenta una hibridació sp^3 , ja que forma quatre enllaços sigma amb els àtoms de fluor. Aquesta hibridació permet que els quatre parells d'electrons de la capa de valència del carboni s'ubiquin en quatre orbitals híbrids equivalents.

- b) No es pot afirmar que la molècula de F_2 sigui molt soluble en aigua. Encara que el fluor és altament electronegatiu i pot formar ponts d'hidrogen amb les molècules d'aigua, la molècula de F_2 és no polar i, per tant, és molt poc soluble en aigua.
- c) L'únic compost que presenta enllaços iònics és LiF. Aquesta molècula és l'única formada per un metall (Li) i un no metall (F). L'enllaç iònic es forma per transferència d'electrons des del metall al no metall.
- d) Les forces de Van der Waals són les principals forces intermoleculars en la molècula de F_2 , mentre que en la molècula de HF, a més de les forces de Van der Waals, hi ha enllaços d'hidrogen, que són més forts i requereixen més energia per trencar-se. Per tant, la molècula de HF presentarà un punt d'ebullició més elevat que la molècula de F_2 .

5B. (2 punts)

- a) $CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$: àcid pentanoic **0,5 punts**
- b) p.e. $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$ (propanoat d'etil) **0,5 punts**
(Hi ha més possibilitats: butanoat de metil; etanoat de propil, metanoat de butil, ...)

c)



(àcid dimetil propanoic)
(Hi ha més possibilitats: àcid 2-metil butanoic, àcid 3-metil butanoic, ...)

0,5 punts

- c) Pictograma:



Perillós per aspiració

0,5 punts