

SOLUCIONS

OPCIÓ A

1A. (2 punts)

a) Pregunta competencial:

i) L'única combinació possible de nombres quàntics és la combinació (4,3,0), ja que:

- La combinació (3,3,-3) **no** és possible, atès que el nombre quàntic ℓ pot agafar nombres des de 0 fins a $n-1$ i, per tant, en aquest cas els valors que podria adoptar serien 0, 1 i 2, però mai 3.
- La combinació (2,0,-1) **no** és possible, ja que el nombre quàntic m agafa valors que van des de $-\ell$ fins a $+\ell$, i en aquest cas l'únic valor que podria tenir seria zero, i no -1.

0,5 punts

ii) La combinació (4,3,0) correspon a un orbital 4f
($n = 4$, $\ell = 3$ (orbital f), $m = 0$)

0,5 punts

b) Formulació química:

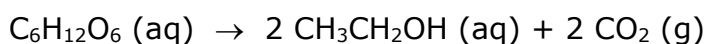
H_2CO_3 : àcid carbònic o dihidrogen(trioxidcarbonat)

0,5 punts

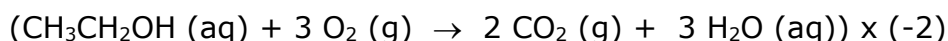
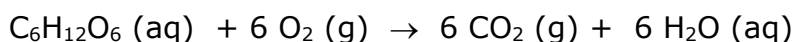
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$: dietil èter o etoxietà

0,5 punts

2A. (2 punts)



a) Càlcul de l'entalpia de la reacció (aplicant la llei de Hess):



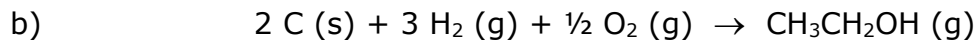
$$\Delta H_R = \Delta H_{\text{comb}} (\text{Glc}) - 2 \times \Delta H_{\text{comb}} (\text{EtOH})$$

$$\Delta H_R = -2816,8 \text{ kJ mol}^{-1} - (2 \times (-1366,9 \text{ kJ mol}^{-1}))$$

$$\Delta H_R = -83,0 \text{ kJ (per 2 mols de EtOH)}$$

Solució: $\Delta H_R = -41,5 \text{ kJ/mol}$

1 punt



$$\Delta H_R = \Delta H_{\text{enllaços romputs}} - \Delta H_{\text{enllaços formats}}$$

Enllaços romputs:

$$3 \text{ H} - \text{H} = 3 \times 436$$

$$\frac{1}{2} \text{ O} = \text{O} = \frac{1}{2} \times 498$$

Enllaços formats:

$$5 \text{ C} - \text{H} = 5 \times 414$$

$$1 \text{ C} - \text{C} = 1 \times 347$$

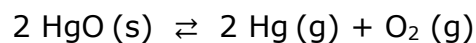
$$1 \text{ O} - \text{H} = 1 \times 464$$

$$1 \text{ C} - \text{O} = 1 \times 360$$

$$\Delta H_R = 3 \times 436 + \frac{1}{2} \times 498 - 5 \times 414 - 347 - 464 - 360 = -1684 \text{ kJ/mol}$$

1 punt

3A. (2 punts)



Inicial:	c_0		
Equilibri:	$c_0 - 2x$	$2x$	x

a) Equilibri, càlcul de la massa d'oxigen gasós:

$$c_0 = 0,01 \text{ M HgO}$$

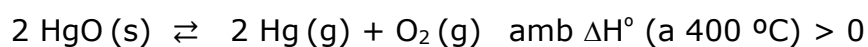
$$K_c = (2x/10)^2 (x/10) = 4 x^3 / 1000 = 1,19 \cdot 10^{-7} ;$$

$$\text{Per tant, } x = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\text{Massa d'oxigen: } 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol O}_2 \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 0,992 \text{ g O}_2$$

1 punt

b)



La reacció és endotèrmica ($\Delta H > 0$). Això vol dir que, per formar els productes (desplaçar-se cap a la dreta), la reacció absorbeix calor, i desprèn calor per formar els reactius (desplaçar-se cap a l'esquerra).

Si es disminueix la temperatura, s'elimina calor del sistema i s'afavoreix, segons el principi de Le Chatelier, que la reacció desprngui calor desplaçant-se cap a l'esquerra i disminueixi d'aquesta manera la quantitat d'oxigen present al nou equilibri.

Per tant, si la reacció té lloc a 300 °C, es produirà menys massa d'oxigen.

0,5 punts

- c) La constant d'equilibri en concentracions depèn de la temperatura, per tant, si es modifica la temperatura, el valor de la constant també canviarà.

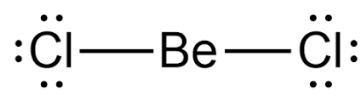
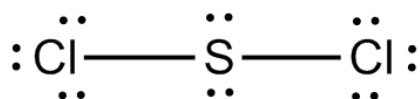
0,5 punts

4A. (2 punts: 0,5 punts per apartat)

- a) **Fals.** El $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$; per tant, depèn de la concentració de l'ió H_3O^+ present a la dissolució. Una dissolució molt diluïda d'un àcid fort pot tenir un pH major que una dissolució més concentrada d'un àcid feble.
- b) **Vertader.** Quan es dissol la sal NH_4Br en aigua, es dissocia en els seus ions: NH_4^+ i Br^- . L'anió Br^- procedeix d'un àcid fort i no s'hidrolitza. En canvi, l'anió NH_4^+ és l'àcid conjugat del NH_3 (base feble) i aquest sí que s'hidrolitza i dona NH_3 i H_3O^+ . La presència d'ions H_3O^+ farà que el pH sigui àcid.
- c) **Vertader.** Un àcid feble es caracteritza per presentar un valor de K_a molt baix; això vol dir que l'equilibri $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ es troba desplaçat cap a l'esquerra. Per tant, aquests tipus d'àcids només es dissocien de forma parcial, i el seu grau de dissociació ($\alpha = \text{quantitat de reactiu dissociat} / \text{quantitat inicial de reactiu}$) no pot ser mai igual a 1, ja que aquest valor ens indicaria la dissociació completa de l'àcid, la qual és una característica dels àcids forts.
- d) **Fals.** La K_b d'una base està relacionada amb la K_a del seu àcid conjugat mitjançant el producte iònic de l'aigua (K_w), d'acord amb l'expressió següent: $K_a K_b = K_w = 10^{-14}$. Per tant, com es pot comprovar en aquest cas: $K_b = 10^{-14} / 5,6 \cdot 10^{-10} = 1,8 \cdot 10^{-5}$, sent molt diferent de K_a .

5A. (2 punts)

- a) Estructures de Lewis:

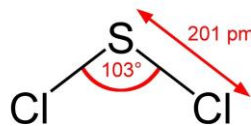


0,5 punts

b) Geometria i polaritat de la molècula de SCl_2

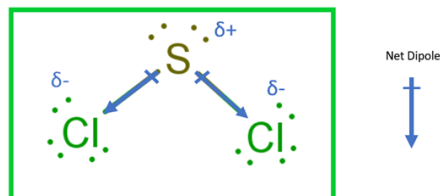
La teoria de repulsió de parells electrònics de la capa de valència (TRPECV) prediu que les estructures moleculars s'organitzen de manera que els parells d'electrons de la capa de valència d'un àtom es mantenen allunyats entre ells tant com sigui possible per minimitzar les repulsions electròniques.

En aquest cas, d'acord amb la TRPECV, amb la finalitat que els parells d'electrons (compartits i no compartits) estiguin tan separats com sigui possible, reduint les repulsions al valor mínim, la distribució electrònica serà tetraèdrica i, atès que hi ha dos parells d'electrons lliures, la molècula presentarà una *geometria angular* (amb un angle aproximat d'enllaç de 103°).



0,5 punts

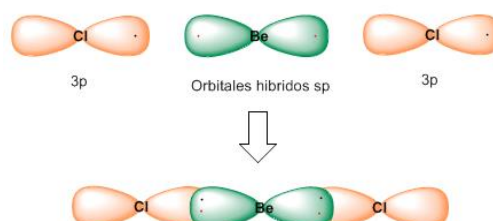
Els enllaços S-Cl són polars, per la diferencia d'electronegativitat entre els dos àtoms. A més a més, la geometria de la molècula fa que la suma de moments dipolars dels enllaços sigui diferent de 0 i, per tant, la molècula és *polar*.



0,5 punts

c) En principi, el Be ($1s^2 2s^2$) no podria formar dos enllaços, ja que els seus electrons de valència estan aparellats. Però un dels dos electrons promociona a un orbital buit 2p i es produeix una hibridació dels orbitals 2s i 2p, que dona lloc a dos orbitals sp híbrids semioocupats que seran els que formaran els enllaços amb els clors.

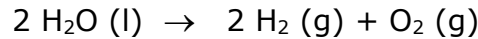
Per tant, la hibridació del Be serà **sp**.



0,5 punts

OPCIÓ B

1B. (2 punts)



- a) Aquest procés és un procés redox, ja que hi ha canvis d'estat d'oxidació dels àtoms que intervenen a la reacció. En concret, el H de l'aigua passa de +1 a 0 (a la molècula de dihidrogen) i en el cas de l'oxigen de l'aigua, passa de -2 a 0 (a la molècula d'oxigen).

0,5 punts

- b) Semireaccions que tenen lloc:



1 punt

- c) Volum = 6000 L O₂

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$T = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$$

$$P V_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2} R T \rightarrow n_{\text{O}_2} = 241,4 \text{ mol O}_2$$

$$241,4 \text{ mol O}_2 \times \frac{2 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 482,8 \text{ mol H}_2$$

$$P V_{\text{H}_2} = n_{\text{H}_2} R T \rightarrow V_{\text{H}_2} = 12000 \text{ mol O}_2$$

0,5 punts

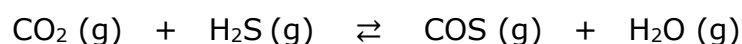
2B. (2 punts)

- a) Càlculs previs:

$$\text{CO}_2: 15,4 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 0,35 \text{ mols CO}_2$$

$$\text{COS: } 12 \text{ g COS} \times \frac{1 \text{ mol COS}}{60 \text{ g COS}} = 0,20 \text{ mols COS}$$

Equilibri:



Inicial: $n_{0(\text{CO}_2)}$ $n_{0(\text{H}_2\text{S})}$

Equilibri: $n_{0(\text{CO}_2)} - x$ $n_{0(\text{H}_2\text{S})} - x$ x x

Inicial: $0,35$ $n_{0(\text{H}_2\text{S})}$

Equilibri: $0,35 - 0,2 \quad n_{0(\text{H}_2\text{S})} - 0,2 \quad 0,2 \quad 0,2$

Nre. de mols totals: $n_{\text{totals}} = 0,15 + n_{0(\text{H}_2\text{S})} - 0,2 + 0,2 + 0,2 = 0,35 + n_{0(\text{H}_2\text{S})}$

Per altra banda, $P V = n_{\text{totals}} R T$; $11,5 \cdot 3 = n_{\text{totals}} 0,082 \cdot (273,15 + 425)$

$$n_{\text{totals}} = 0,60 \text{ mols}$$

Per tant, $n_{0(\text{H}_2\text{S})} = 0,25 \text{ mols H}_2\text{S}$

1 punt

b) Càlcul de K_c

$$K_c = \frac{0,2/3 \times 0,2/3}{0,15/3 \times 0,05/3} = 5,33$$

0,5 punts

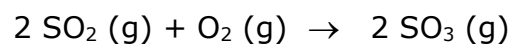
c) Càlcul de K_p

$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$; sent $\Delta n = 0$ (mols de gas dels productes - mols de gas dels reactius)

Per tant, $K_p = K_c = 5,33$

0,5 punts

3B. (2 punts)



a) Velocitat de reacció:

$$v = k [\text{SO}_2]^3 [\text{O}_2]; \quad \text{ordre global de la reacció} = 4$$

0,5 punts

b) Si $[\text{SO}_2]_2 = 2 [\text{SO}_2]_1 \rightarrow v_2 = k [\text{SO}_2]_2^3 [\text{O}_2];$

$$v_2 = k (2[\text{SO}_2]_1)^3 [\text{O}_2];$$

$$v_2 = 8k [\text{SO}_2]_1^3 [\text{O}_2]; \quad v_2 = 8 v_1$$

Si $[\text{O}_2]_2 = 2 [\text{O}_2]_1 \rightarrow v_2 = k [\text{SO}_2]^3 [\text{O}_2]_2;$

$$v_2 = k [\text{SO}_2]^3 2[\text{O}_2]_1;$$

$$v_2 = 2k [\text{SO}_2]^3 [\text{O}_2]_1; \quad v_2 = 2 v_1$$

Per tant, si duplicam la concentració de O_2 , la velocitat es multiplica per 2, mentre que, si duplicam la concentració de SO_2 , la velocitat de reacció es multiplica per 8.

0,5 punts

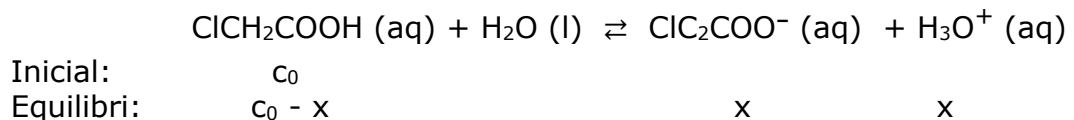
- c) No, no ho podem assegurar, ja que a mesura que transcorri la reacció, anirà disminuint la concentració dels reactius i, per tant, la velocitat de reacció, la qual, en funció de les concentracions dels reactius, també disminuirà.

0,5 punts

- d) La velocitat d'una reacció augmentarà si va pel camí que tingui l'energia d'activació més baixa. Per tant, el catalitzador C és el que farà que la reacció sigui més ràpida. (També es pot raonar a partir de l'equació d'Arrhenius.)

0,5 punts
4B. (2 punts)

a)



$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}]} = \frac{x^2}{C_0 - x} = 1,35 \cdot 10^{-3} \quad (0,25 \text{ punts})$$

Si el pH no pot ser inferior a 1,5 i el $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,5$

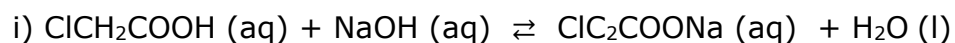
$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1,5} = 0,0316 \text{ M} \quad (0,25 \text{ punts})$$

Càlcul de la concentració d'àcid cloroacètic:

$$K_a = \frac{0,0316^2}{C_0 - 0,0316} = 1,35 \cdot 10^{-3} \quad ; \quad C_0 = 0,771 \text{ M}$$

1 punt

b) Reacció de neutralització i procediment:


0,5 punts

ii) Procediment:

- (1) Mesuram un volum determinat de la solució aquosa d'àcid cloroacètic amb una pipeta.
- (2) Posam aquesta solució dins un erlenmeyer i hi afegim unes gotes d'indicador (p. ex. fenolftaleïna).
- (3) Dins una bureta, hi introduïm la solució de NaOH de concentració coneguda.
- (4) Començam a valorar gota a gota fins que la solució canviï de color una vegada assoleixi el punt d'equivalència.

- (5) Anotam el volum de base consumida i fem els càlculs adients per trobar la concentració de la solució d'àcid cloroacètic.

0,5 punts

5B. (2 punts)

- a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$: propan-1-ol

0,5 punts

- b) Isomeria de *posició* (propan-1-ol i propan-2-ol)

Es tracta de dos isòmers amb el mateix grup funcional situat en dues posicions diferents de la molècula

0,5 punts

- c) Isomeria de *funció* (propan-1-ol i etilmetilèter)

Es tracta de dos isòmers amb diferent grup funcional (grup alcohol i grup èter)

0,5 punts

- d) Pictograma:



Inflamable

0,5 punts