



## **Sèrie 1**

L'alumnat ha de respondre quatre preguntes de les set proposades.

Cada pregunta (qüestió) consta de dos apartats (a i b) que valen sempre 1,25 punts.

Com a norma general, tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades. Si un càlcul necessita un resultat anterior i aquest resultat és erroni, cal valorar la resposta independentment del valor numèric i tenir en compte el procediment de resolució (sempre que els valors emprats o els resultats obtinguts no siguin absurds).

Un error en la formulació penalitza 0,5 punts en aquell apartat, com s'explicita en la pauta. En cap cas un apartat pot tenir una puntuació "negativa".



### Problema 1a

#### Configuracions electròniques

$Z = 11$        $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$       [0,10 p.]

$Z = 35$        $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^5$       [0,15 p.]

#### Grup, període i bloc

L'element  $Z = 11$  és del **període 3** ( $n = 3$ ), del **grup 1** ( $3s^1$ ), metall alcalí, i del **bloc s** ( $s^1$ ).

[0,20 p.]

L'element  $Z = 35$  és del **període 4** ( $n = 4$ ), del **grup 17** ( $4s^2, 3d^{10}, 4p^5$ ), halogen, i del **bloc p** ( $p^5$ ).

[0,20 p.]

#### Raoneu quin nombre atòmic correspon a A i B

L'element amb  $Z = 11$ , al ser del grup 1, **si perd un sol electró** es convertirà en un catió i aconseguirà la configuració de gas noble ( $2s^2, 2p^6$ ). Serà el **catió del compost iònic AB**.

L'element amb  $Z = 35$ , al ser del grup 17, **pot guanyar un electró** i aconseguir la configuració de gas noble ( $4s^2, 3d^{10}, 4p^6$ ). Serà l'**anió del compost iònic AB**.      [0,20 p.]

L'element amb  $Z = 35$ , al ser del **grup 17, és un no-metall** que pot formar **enllaços covalents** per compartició d'electrons. Serà el compost  $A_2$ .      [0,20 p.]

Per tant,

$\Rightarrow$  **A** serà  $Z = 35$ , no-metall (halogen)      [0,10 p.]

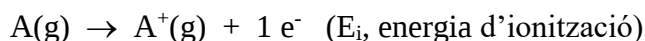
$\Rightarrow$  **B** serà  $Z = 11$ , metall (metall alcalí)      [0,10 p.]



### Problema 1b

#### Definició d'energia d'ionització

L'energia d'ionització és la quantitat d'**energia** que cal subministrar a un **àtom en estat gasós** per **arrencar un electró**:



En condicions normals, un àtom mai desprèn energia de manera espontània. Per tant, és una magnitud amb **signe positiu**.

[0,30 p.]

#### Càlcul de l'energia de la radiació

A partir de l'equació de Planck es relaciona l'energia de la radiació amb la freqüència:

$$E = h \nu \quad [0,10 \text{ p.}]$$

- Considerant la relació entre  $\nu = c / \lambda$  i substituint:

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$E = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J s} \cdot 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{6 \times 10^{-11} \text{ m}} = 3,315 \times 10^{-15} \text{ J} \quad [0,25 \text{ p.}]$$

**es podrà ionitzar l'àtom d'hidrogen amb una radiació de  $6 \times 10^{-11} \text{ m}$ ?**

- Canvi d'unitats (kJ/mol a J/àtom):

$$1318 \text{ kJ mol}^{-1} \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} \frac{1 \text{ mol}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ àtom}} = 2,189 \cdot 10^{-18} \text{ J àtom}^{-1}$$

[0,35 p.]

- L'energia de la radiació és  $3,315 \times 10^{-15} \text{ J}$  per cada fotó  $> 2,189 \cdot 10^{-18} \text{ J àtom}^{-1}$

$\Rightarrow$  L'àtom d'hidrogen sí que **es podrà ionitzar** amb una **radiació** de  $\lambda = 6 \times 10^{-11} \text{ m}$ .

[0,25 p.]



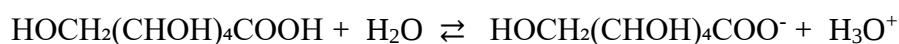
## Pregunta 2a

### Càlcul de les concentracions a l'equilibri

Concentració molar d'àcid glucònic ( $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COOH}$ )

$$3,8 \text{ g} \frac{1 \text{ mol àcid glucònic}}{196,16 \text{ g}} \frac{1000 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 0,19372 \text{ M} \quad [0,10 \text{ p.}]$$

Equilibri de l'àcid glucònic



|                              |               |     |     |
|------------------------------|---------------|-----|-----|
| Concentració inici           | 0,19372       | --  | --  |
| Concentracions a l'equilibri | $0,19372 - x$ | $x$ | $x$ |

$$K_a = \frac{[\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COOH}]} = 1,48 \times 10^{-4} \quad [0,30 \text{ p.}]$$

Concentracions a l'equilibri

$$\frac{(x)(x)}{(0,19372 - x)} = 1,48 \times 10^{-4}$$

(equació 1)

$$x^2 + 1,48 \cdot 10^{-4} x - 2,867 \cdot 10^{-5} = 0$$

Resolent l'equació quadràtica es troba que  $x = \mathbf{0,005281}$ . L'altra solució és negativa.

La concentració de totes les espècies a l'equilibri és:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \mathbf{5,281 \times 10^{-3} \text{ M}}$$

$$[\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COO}^-] = \mathbf{5,281 \times 10^{-3} \text{ M}}$$

$$[\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COOH}] = 0,19372 - 5,281 \times 10^{-3} = \mathbf{0,18844 \text{ M}} \quad [0,30 \text{ p.}]$$

- Si l'equació 1 se simplifica, cal resoldre una equació de primer grau que dona com a resultat una  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 5,354 \times 10^{-3}$  i un  $\text{pH} = 2,27$ .
- No és penalitzarà si l'alumne fa l'aproximació; es considerarà correcte i es valorarà amb 0,30 p. En aquest cas la  $[\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COOH}]$  és 0,18837 M.

### Raoneu si podran créixer els microorganismes

Càlcul del pH

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (5,281 \times 10^{-3}) \Rightarrow \mathbf{\text{pH} = 2,28} \quad [0,30 \text{ p.}]$$



### Justificació

El pH de la mostra és 2,28.

⇒ **No creixeran els microorganismes perquè el pH de la mostra que conté àcid glucònic és inferior a 4,5.**

⇒  $\text{pH}_{\text{mostra}} = 2,28 < \text{pH}_{\text{conservació}} = 4,5$  [0,25 p.]

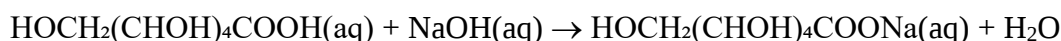
### **Problema 2b**

**Formulació.** Hidròxid de sodi: NaOH [−0,50 p. si no el formulen bé]

### **Reacció de valoració**

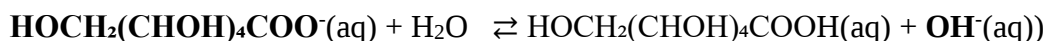


O també:



### **Justificació del pH en el punt d'equivalència**

La sal que es forma en el procés de valoració és el gluconat de sodi ( $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COONa}$ ). El catió sodi ( $\text{Na}^+$ ) no reacciona amb l'aigua perquè prové d'una base forta, però l'**anió gluconat** ( $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COO}^-$ ) és la **base conjugada d'un àcid dèbil** que reaccionarà amb l'aigua i que dona lloc a una **hidròlisi bàsica**:



⇒ En el punt d'equivalència només tindrem l'anió  $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COO}^-$  i el catió  $\text{Na}^+$ .

⇒ Per tant, el **pH** en el **punt d'equivalència** només ve **determinat** per la presència de l'anió  $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COO}^-$ , que en aigua forma  $\text{OH}^-$  i **serà bàsic** ( $\text{pH} > 7$ ).

[0,40 p.]

**Material i altres substàncies** per dur a terme la valoració: [0,40 p.]

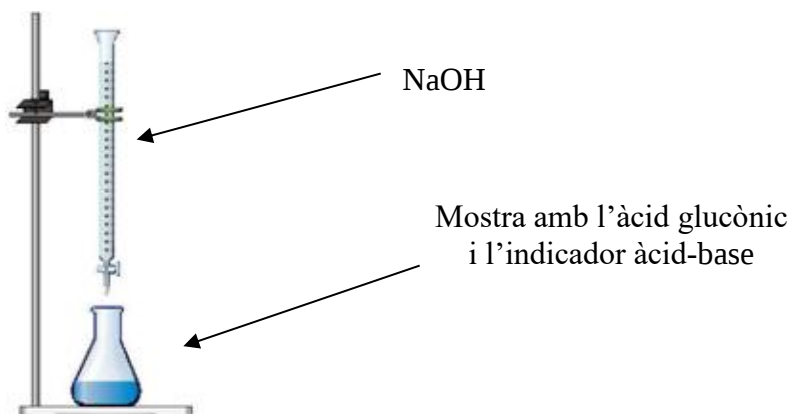
(A part de la mostra que conté àcid glucònic i la solució de NaOH.)

- ✓ Bureta, amb un peu i pinça per subjectar-la.
- ✓ Pipeta aforada i una pera d'aspiració (o succionador).
- ✓ Erlenmeyer (o vas de precipitats).
- ✓ Indicador àcid-base que viri a la zona de pH bàsic (fenolftaleïna, per exemple)



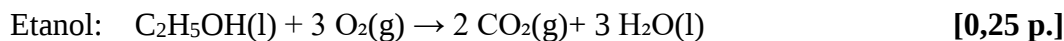
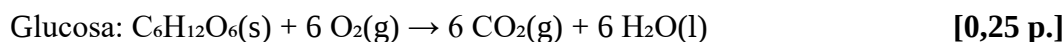
**Dibuix del muntatge**

**[0,20 p.]**



**Problema 3a**

**Reaccions de combustió**

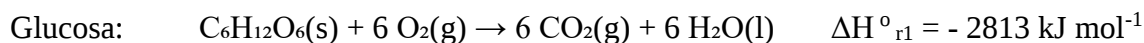


**Càlcul de l'entalpia de la reacció de fermentació**

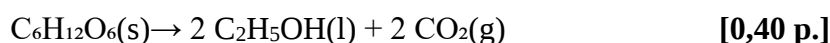
Reaccions

Segons la reacció de fermentació  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 2 \text{CO}_2(\text{g})$ , reescrivim les reaccions de combustió de la glucosa i l'etanol per calcular l'entalpia estàndard de la reacció de fermentació de la glucosa aplicant la llei de Hess.

Reacció de combustió 1: directa



Reacció de combustió 2: doblada i girada



Càlcul

Aplicant la llei de Hess:

$$\Delta H^\circ_{\text{fermentació}} = \Delta H^\circ_{\text{r1}} - 2 \times \Delta H^\circ_{\text{r2}} = -2813 \text{ kJ mol}^{-1} - 2 \times (-1367 \text{ kJ mol}^{-1}) = -79 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_{\text{fermentació}} = -79 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \mathbf{[0,20 p.]}$$



### Justificació del tipus de reacció

⇒ La reacció és **exotèrmica** perquè  $\Delta H^0_{\text{fermentació}} < 0$ , i això significa que es desprèn calor durant la fermentació.

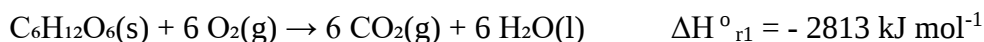
[0,15 p.]



### Problema 3b

#### Càlcul de l'entropia estàndard de la reacció

Reacció de combustió de la glucosa:



$$\Delta S^{\circ}_{\text{reacció}} = (\sum n_{\text{p}} S^{\circ}_{\text{productes}}) - (\sum n_{\text{r}} S^{\circ}_{\text{reactius}})$$

$$(\sum n_{\text{p}} S^{\circ}_{\text{productes}}) = [(6 \times S^{\circ} \text{CO}_2) + (6 \times S^{\circ} \text{H}_2\text{O})]$$

$$(\sum n_{\text{r}} S^{\circ}_{\text{reactius}}) = [(1 \times S^{\circ} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + (6 \times S^{\circ} \text{O}_2)]$$

$$\Delta S^{\circ}_{\text{reacció}} = [6 \times 213,8 + 6 \times 70,0] - [1 \times 212,1 + 6 \times 205,2] = -1649,4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta S^{\circ}_{\text{reacció}} = -1649,4 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad [0,50 \text{ p.}]$$

#### Càlcul de l'espontaneïtat de la reacció

Una reacció serà espontània quan  $\Delta G^{\circ} < 0$ , i [0,10 p.]

$$\Rightarrow \Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ} \quad [0,10 \text{ p.}]$$

Primer transformen les unitats d'entropia (J a kJ):

$$-1649,4 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times (1 \text{ kJ} / 1000 \text{ J}) = -1,6494 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Càlcul de l'espontaneïtat a 36,5 °C

$$T = 36,5 + 273 \text{ K} = 309,5 \text{ K}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{r1}} = -2813 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ (enunciat)}$$

$$\Delta G^{\circ} = -2813 \text{ kJ mol}^{-1} - (309,5 \text{ K} \times (-1,6494 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1})) = -2302,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta G^{\circ}_{\text{reacció}} = -2302,5 \text{ kJ mol}^{-1} \quad [0,35 \text{ p.}]$$

- També es considerarà correcte si es calcula  $\Delta G^{\circ}$  en  $\text{J mol}^{-1}$ , canviant les unitats de  $\Delta H^{\circ}$  de kJ a J, i s'obté un valor de  $\Delta G^{\circ}_{\text{reacció}} = -2302,5 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1}$ .

$\Rightarrow$  La reacció serà espontània en condicions fisiològiques a 36,5 °C perquè  $\Delta G^{\circ} < 0$

[0,20 p.]



### Problema 4a

#### Càlcul de la constant d'equilibri $K_c$

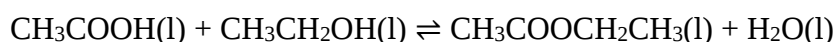
##### Càlcul dels mols inicials d'etanol

[0,10 p.]

Massa molar d'etanol:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = 2 \times 12 + 6 \times 1 + 16 = 46 \text{ g mol}^{-1}$

$$115 \text{ mL} \frac{0,80 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \frac{1 \text{ mol etanol}}{46 \text{ g}} = 2 \text{ mol d'etanol}$$

##### Càlcul dels mols a l'equilibri



|                |         |         |     |     |
|----------------|---------|---------|-----|-----|
| Mols inici     | 1 mol   | 2 mol   | --  | --  |
| Mols equilibri | $1 - x$ | $2 - x$ | $x$ | $x$ |

[0,15 p.]

- Càlcul de la  $x$ :

Si a l'equilibri hi ha 0,15 mols d'àcid acètic, es pot calcular la  $x$ :

En l'equilibri  $\Rightarrow 1 - x = 0,15$  mols d'àcid acètic

$$\Rightarrow x = 0,85 \text{ mols}$$

[0,15 p.]

- Càlcul de concentracions:

Considerant el valor de la  $x$  i que el volum es manté constant i igual a  $V$ :

$$\text{Mols CH}_3\text{COOH} = 0,15 \Rightarrow [\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,15 / V$$

$$\text{Mols CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = 2 - 0,85 = 1,15 \Rightarrow [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}] = 1,15 / V$$

$$\text{Mols CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 = 0,85 \Rightarrow [\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] = 0,85 / V$$

$$\text{Mols H}_2\text{O} = 0,85 \Rightarrow [\text{H}_2\text{O}] = 0,85 / V$$

##### Càlcul de $K_c$

Com que el volum es manté constant, en aquest cas es pot simplificar el càlcul de  $K_c$ :

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]} = \frac{0,85 \cdot 0,85}{0,15 \cdot 1,15} = 4,188$$

$$\Rightarrow K_c = 4,188$$

[0,40 p.]

#### Pictograma 1 i 3



**Inflamable.** Els productes amb aquest pictograma acostumen a ser en **format gas, aerosol, líquid o vapor** i presenten un alt risc d'inflamació.

[0,15 p.]



#### Pictograma 2

**Corrosiu.** Pot ser corrosiu per a alguns metalls; pot provocar cremades a la pell i lesions oculars greus.

[0,15 p.]

#### Pictograma 4



**Irritació cutània.** Aquest producte, per contacte breu, perllongat o repetitiu amb la pell o les mucoses, pot provocar una reacció inflamatòria.

[0,15 p.]



### Pregunta 4b

#### Raoneu com afecta el rendiment de la reacció l'excés d'etanol i l'eliminació d'aigua

Segons el principi de Le Châtelier, la producció d'acetat d'etil augmentarà quan la pertorbació de l'equilibri provoqui que l'equilibri es desplaci cap a la dreta (en el sentit dels productes). Per tant, si es formen més productes, incrementarà el rendiment de la reacció.

#### Gran excés d'etanol

Si hi ha un gran excés d'etanol s'està **incrementant la concentració d'un dels reactius**; per compensar-ho, segons el principi de Le Châtelier, **l'equilibri es desplaçarà cap a la formació de productes** i, per tant, el **rendiment** de la reacció **augmenta**.

⇒ **Afavoreix la reacció directa** (cap a la dreta) i es produirà més acetat d'etil i més aigua.

⇒ **El rendiment de la reacció augmenta.** [0,45 p.]

#### Eliminació de l'aigua

L'aigua és un dels productes de la reacció; en **eliminar-la es disminueix la concentració d'un dels productes**. Per compensar-ho, segons el principi de Le Châtelier, **l'equilibri es desplaça cap a la formació de productes** i, per tant, el **rendiment** de la reacció **augmenta**.

⇒ **Afavoreix la reacció directa** (cap a la dreta) i es produirà més acetat d'etil i més aigua.

⇒ **El rendiment de la reacció augmenta.** [0,45 p.]

#### Rendiment sense catalitzador àcid

La presència o l'absència de catalitzador no afecta el rendiment de la reacció.

Un catalitzador modifica la cinètica de la reacció (velocitat), però no n'altera l'equilibri. **Els catalitzadors actuen augmentant la velocitat de la reacció**; per tant, la reacció serà més lenta sense catalitzador.

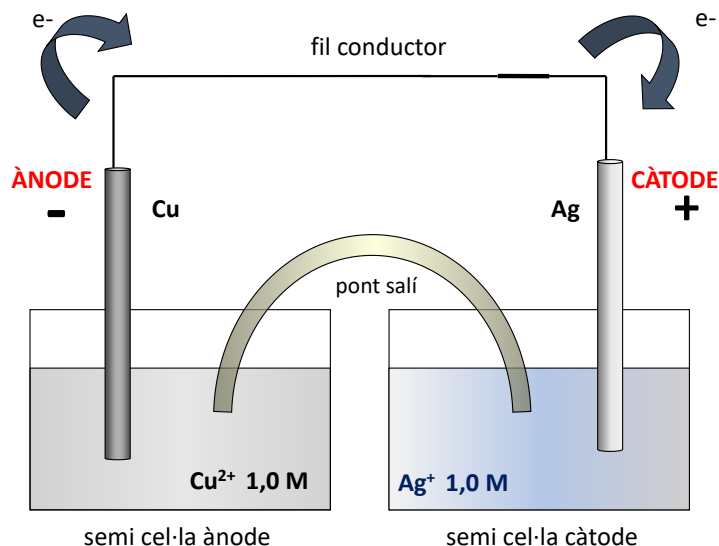
⇒ **El rendiment de la reacció serà el mateix**, però la reacció serà més lenta

[0,35 p.]



### Problema 5a

#### Dibuix de la pila i del material necessari



A més de dues làmines de Cu i Ag i de les dues solucions dels ions corresponents ( $\text{Cu}^{2+}$  i  $\text{Ag}^+$ ), el material necessari per muntar la pila és:

- ✓ 2 vasos de precipitats que facin la funció de semicel·les electroquímiques
- ✓ 1 fil conductor que connectarà els dos elèctrodes per un circuit extern
- ✓ 1 pont salí que tancarà el circuit

[0,75 p.]

#### Escriure les semireaccions i la reacció global

Ànode (oxidació)                       $\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$                       [0,15 p.]

Càtode (reducció)                       $2 \times (\text{Ag}^+(\text{aq}) + 1 \text{e}^- \rightarrow \text{Ag(s)})$                       [0,20 p.]

---

Reacció global                       $\text{Cu(s)} + 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Ag(s)}$                       [0,15 p.]



### Pregunta 5b

#### Càlcul FEM estàndard de la pila

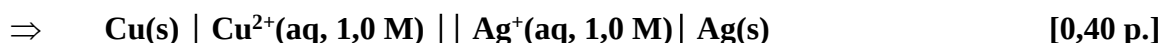
$$E(\text{pila}) = E^0 \text{ càtode} - E^0 \text{ ànode} = 0,80 \text{ V} - (0,34 \text{ V}) = + 0,46 \text{ V}$$

$$\Rightarrow E(\text{pila}) = 0,46 \text{ V} \quad [0,40 \text{ p.}]$$

- Es considerarà correcte si es calcula la FEM com  $E(\text{pila}) = E^0 \text{ reducció} + E^0 \text{ oxidació} = 0,80 \text{ V} + (-0,34 \text{ V}) = + 0,46 \text{ V}$

#### Notació esquemàtica de la pila

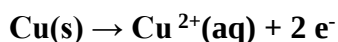
L'ànode s'escriu a l'esquerra i el càtode a la dreta:



#### Què succeeix amb la làmina de coure?

La làmina de coure (Cu) en aquesta pila té la funció d'ànode.

En l'ànode sempre es produeix la semireacció d'oxidació. En aquesta pila la reacció d'oxidació que té lloc és:



Com el coure de l'elèctrode s'oxida i es transforma en catió coure(II), la quantitat de coure metàl·lic de l'elèctrode disminueix a la vegada que la concentració d'ió coure(II) en solució augmenta.

$\Rightarrow$  La massa de l'elèctrode de coure (Cu) disminueix quan avança la reacció.

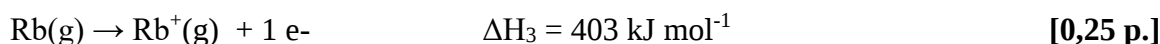
[0,45 p.]



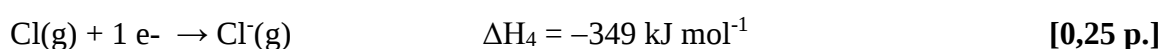
### Problema 6a

#### Reaccions i energies del cicle de Born-Haber

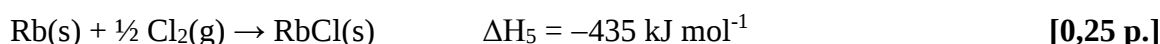
##### Primera energia d'ionització del rubidi



##### Afinitat electrònica del clor



##### Entalpia de formació del clorur de rubidi



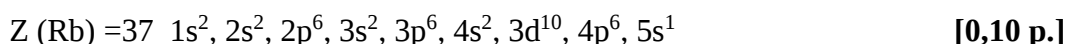
**Justifiqueu si la primera energia d'ionització del Na és més gran o petita que la del Rb.**

##### Configuracions electròniques

- L'àtom de sodi (Na) té 11 electrons:



- L'àtom de rubidi (Rb) té 37 electrons:



##### Justificació

**L'energia d'ionització del sodi serà superior a l'energia d'ionització del rubidi** perquè arrencar l'electró del Na(g) és més difícil que arrencar un electró del Rb(g).

**L'electró del Na(g)** està situat en un **orbital més intern** (orbital 3s) mentre que, en el cas del **Rb(g)**, l'electró està situat en un **orbital més extern** (orbital 5s).

**Com més intern és l'electró, més costa d'arrencar**, perquè com **està més a prop del nucli** se sent **més atret pels protons del nucli** (l'apantallament és menor).

[0,30 p.]



## Problema 6b

### Energia reticular del RbCl

L'entalpia de formació del clorur de rubidi ( $\Delta H_5$ ) és igual a:

$$\Delta H_5 = \Delta H_1 + \frac{1}{2} \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_6 \quad [0,35 \text{ p.}]$$

$$-435 \text{ kJ mol}^{-1} = 82 \text{ kJ mol}^{-1} + \frac{1}{2} \times 240 \text{ kJ mol}^{-1} + 403 \text{ kJ mol}^{-1} - 349 \text{ kJ mol}^{-1} + \Delta H_6$$

d'on es pot aïllar el valor de l'energia reticular ( $\Delta H_6$ ):

$$\Delta H_6 = -\Delta H_1 - \frac{1}{2} \Delta H_2 - \Delta H_3 - \Delta H_4 + \Delta H_5$$

$$\Delta H_6 = -82 \text{ kJ mol}^{-1} - \frac{1}{2} \times 240 \text{ kJ mol}^{-1} - 403 \text{ kJ mol}^{-1} - (-349 \text{ kJ mol}^{-1}) + (-435 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$\Rightarrow \Delta H_6 = -691 \text{ kJ mol}^{-1} \quad [0,40 \text{ p.}]$$

- Si no es considera que l'entalpia de dissociació del  $\text{Cl}_2$  ( $\Delta H_2$ ) s'ha de dividir per dos, perquè només es necessita  $\frac{1}{2}$  mol de clor, es penalitzarà amb 0,25 p. dels 0,75 p.

**Raona si l'energia reticular del NaF és més gran o més petita que la del RbCl.**

### Configuracions electròniques

- L'àtom de fluor (F) té 11 electrons:  $Z(\text{F}) = 9$        $1s^2, 2s^2, 2p^5$       [0,10 p.]

- L'àtom de clor (Cl) té 17 electrons:  $Z(\text{Cl}) = 17$        $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$       [0,10 p.]

### Energia reticular de NaF enfront de l'energia reticular de RbCl.

L'energia reticular d'un compost iònic és directament **proporcional a la força amb què s'atrauen els ions** i ve determinada per la llei de Coulomb:

$$F = K \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

En aquests dos compostos iònics, NaF i RbCl, les càrregues dels ions són les mateixes; per tant, la **diferència entre les seves energies reticulars vindrà determinada per la distància a la qual estiguin els ions**, és a dir, de la seva mida.

$\Rightarrow$  **Radi del catió sodi ( $\text{Na}^+$ ) < radi del catió rubidi ( $\text{Rb}^+$ )**, perquè un àtom de rubidi té cinc capes amb orbitals ocupats i un àtom de sodi en té tres.

$\Rightarrow$  **Radi de l'anió fluor ( $\text{F}^-$ ) < radi de l'anió clorur ( $\text{Cl}^-$ )**, perquè un àtom de clor té tres capes amb orbitals ocupats i un àtom de fluor en té dues.

Com que els **ions**, en el cas del NaF, són més petits que en el cas del RbCl, **els ions  $\text{Na}^+$  i  $\text{F}^-$  es troben més a prop** i, per tant, **s'atrauen amb força**. L'energia reticular del fluorur de sodi **serà major en valor absolut** que l'energia reticular del clorur de rubidi; és a dir, es desprèn més energia quan es forma un mol de cristall iònic en estat gasós a partir dels seus ions en estat gasós:

$$\Rightarrow | \text{Energia reticular NaF} | > | \text{Energia reticular RbCl} | \quad [0,30 \text{ p.}]$$

- No és necessari que escriguin la llei de Coulomb.



**Proves d'accés a la Universitat 2024, convocatòria ordinària. Criteri específic d'avaluació**

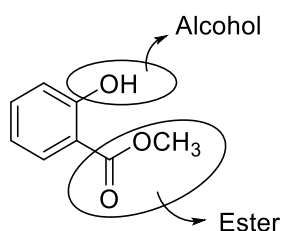
---

- *Només és necessari que relacionin el radi dels ions amb la distància entre ells. Com més petits són els ions, més a prop es troben i més gran és l'energia reticular en valor absolut. És a dir, més energia es desprèn quan es forma un mol de cristall iònic a partir dels seus ions en estat gasós.*



### Pregunta 7a

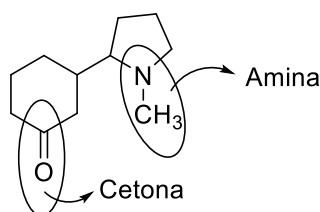
#### Identificació de grups funcionals



[0,30 p.]

0,15 p. l'alcohol

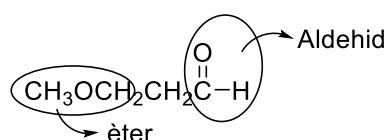
0,15 p. l'èster



[0,30 p.]

0,15 p. cetona

0,15 p. amina



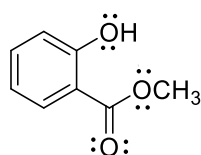
[0,30 p.]

0,15 p. aldehyd

0,15 p. èter

#### Parells d'electrons no compartits

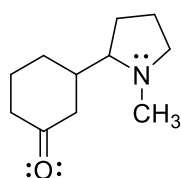
Al ser compostos neutres, els àtoms d'oxigen i nitrogen, per tal de complir l'octet, han de tenir al seu voltant parells d'electrons no compartits.



[0,15 p.]

0,05 p. l'alcohol

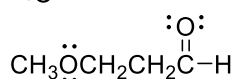
0,10 p. l'èster



[0,10 p.]

0,05 p. amina

0,05 p. cetona



[0,10 p.]

0,05 p. aldehyd

0,05 p. èter



### Pregunta 7b

#### Senyals característics dels diferents grups funcionals de les molècules

Compost A: C-H, O-H, C=C, C=O i C-O [0,10 p.]

Compost B: C-H, C=O i C-N [0,10 p.]

Compost C: C-H, C=O i C-O [0,10 p.]

Els **tres compostos** tenen en comú **una funció carbonil (C=O)**, **enllaços C-H**. El compost A i C també tenen en comú **enllaços C-O**.

El compost B és l'únic que presenta **enllaços C-N**, però s'observen pràcticament a la mateixa regió de l'espectre que els enllaços C-O.

El compost A és l'únic que presentarà senyals dels **enllaços O-H i C=C**.

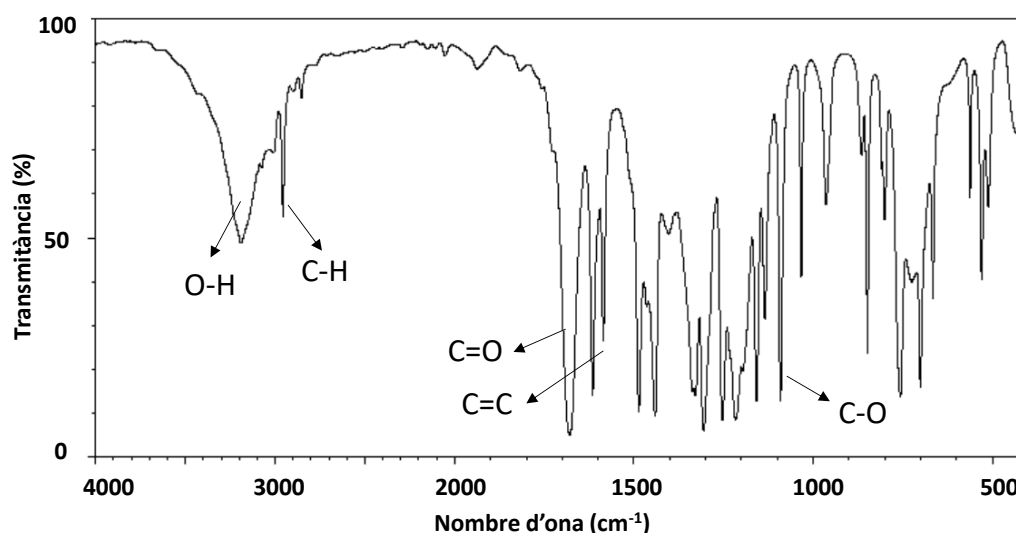
[0,25 p.]

#### Senyals a l'espectre d'IR

En l'espectre d'IR de la molècula problema s'observen senyals corresponents a les bandes: **O-H (al voltant de  $3.200\text{ cm}^{-1}$ )**, **C-H (al voltant de  $2.900\text{ cm}^{-1}$ )**, **C=O (al voltant de  $1.700\text{ cm}^{-1}$ )**, **C=C (al voltant de  $1.600\text{ cm}^{-1}$ )** i **C-O (al voltant de  $1.100\text{ cm}^{-1}$ )**.

[0,50 p.]

- No és necessari que s'indiquin els senyals de les bandes en l'espectre IR, només han d'indicar el tipus d'enllaç i el nombre d'ona aproximat.



#### Identificació de la molècula

Es tracta del compost A perquè en l'espectre s'observa clarament el senyal de la **vibració de l'enllaç O-H** al voltant de  $3.200\text{ cm}^{-1}$ , així com el senyal de la **vibració de C=C** al voltant de  $1.600\text{ cm}^{-1}$  que només pot donar el compost A perquè conté en la seva estructura una funció alcohol i un anell aromàtic.

[0,20 p.]



## **Sèrie 5**

L'alumnat ha de respondre 4 preguntes de les 7 proposades.

Cada pregunta (qüestió) consta de dos apartats (a i b) que valen sempre 1,25 punts.

Com a norma general, tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades. Si un càlcul necessita un resultat anterior i aquest resultat és erroni, cal valorar la resposta independentment del valor numèric, i tenir en compte el procediment de resolució (sempre que els valors emprats i/o els resultats no siguin absurds).

Un error en la formulació penalitza 0,5 punts en aquell apartat, com s'explicita en la pauta. En cap cas un apartat pot tenir una puntuació "negativa".



### Pregunta 1a

#### Bloc i període

In:  $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^1$  és del **bloc p** (configuració electrònica tipus  $ns^2 np^1$ ) i **període 5** (el màxim valor de  $n$  és 5). No és una terra rara. És un metall.

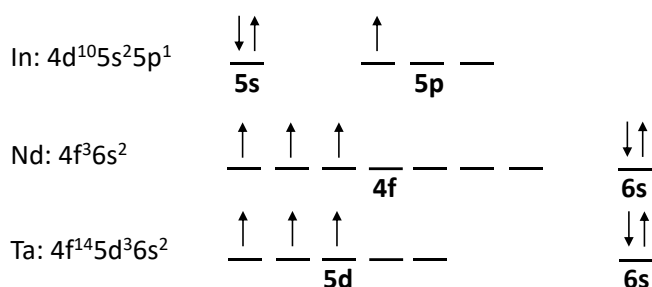
Nd:  $[\text{Xe}] 4f^3 6s^2$  és del **bloc f** (configuració electrònica tipus  $(n-2)f^3 ns^2$ ) i **període 6** (el valor màxim de  $n$  és 6). És una terra rara perquè és un lantànid. És un metall.

Ta:  $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^3 6s^2$  és del **bloc d** (configuració electrònica tipus  $(n-1)d^3 ns^2$ ) i **període 6** (el valor màxim de  $n$  és 6). És un element de transició. És un metall.

Les terres rares són 17 elements: l'Sc, l'Y i els 15 lantànids (es pot considerar correcte si diuen que l'element és un lantànid, o si diuen que és de la 1<sup>a</sup> fila del bloc f).

[0,45 p.]

#### Representació dels electrons segons la configuració electrònica



[0,45 p.]

#### Justificació segons la regla de Hund i el principi d'exclusió de Pauli

El **principi d'exclusió de Pauli** diu que en un àtom **no hi pot haver dos electrons amb el mateix estat quàntic**, i per tant han de tenir **espins antiparal·lels**. En els orbitals s de cadascun dels 3 àtoms els dos electrons s tenen espins antiparal·lels.

[0,15 p.]

La **regla de Hund** o de **màxima multiplicitat** diu que **els electrons** en un conjunt d'orbitals es **col·loquen el màxim desaparellats possible**, en els orbitals f del Nd i en els orbitals d del Ta, **els electrons es col·loquen 1 a cada orbital f i d**, respectivament.

En el cas de l'**In**, només **hi ha 1 electró al conjunt d'orbitals p** i, per tant, no és pot col·locar de cap altre manera. Si n'hi haguessin més electrons també es col·locaria primer un a cada un dels orbitals.

[0,20 p.]



### Problema 1b

#### Bases fonamentals del model atòmic mecanicoquàntic

Les bases fonamentals del model atòmic mecanicoquàntic actual són el **principi d'incertesa de Heisenberg** i la **dualitat ona-corpúscle** de De Broglie.

##### Principi d'incertesa de Heisenberg:

No es pot conèixer amb exactitud la posició i el moment (quantitat de moviment) d'un electró, de manera que sorgeix el concepte de probabilitat.

##### Dualitat ona-partícula de De Broglie:

La dualitat ona-partícula de De Broglie afirma que les partícules poden comportar-se com a ones i viceversa. Així, els electrons a escala atòmica es comporten com a ones.

[0,30 p.]

#### Nombres quàntics $n$ , $l$ i $m$ del orbital 5p de l'indi

Els nombres quàntics són:  $n = 5$ ,  $l = 1$ ,  $m_l = -1, 0, 1$ , per tant:

( 5, 1,-1), ( 5, 1, 0), ( 5, 1, 1)

[0,45 p.]

#### Nombres quàntics de l'orbital 6s de neodimi o tàntal

Els nombres quàntics són:  $n = 6$ ,  $l = 0$ ,  $m_l = 0$ , per tant:

(6, 0, 0)

[0,10 p.]

#### Raoneu si els nombre quàntics (4, 1,-1) i (5, 4, 0) determinen algun orbital

Nombres quàntics ( $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ ,  $m_s$ )

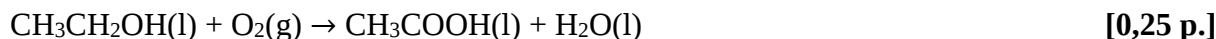
- Els nombres quàntics (4, 1,-1) si que **determinen** un orbital, **un dels 3 orbitals 4p**.  
Argumentació: nombre quàntic principal  $n=4$ , nombre quàntic secundari ( $l$ ) orbital  $p = 1$  i nombre quàntic magnètic ( $-1, 0, 1$ ) amb  $m_l = -1$ .
- Els nombres quàntics (5, 3, 0) si que **determinen** un orbital, **un dels 7 orbitals 5f**.  
Argumentació: nombre quàntic principal  $n=5$ , nombre quàntic secundari ( $l$ ) orbital  $f = 3$  i nombre quàntic magnètic ( $-1, 0, 1$ ) amb  $m_l = 0$ .

[0,40 p.]



### Pregunta 2a

#### Reacció d'oxidació de l'etanol



• *Es considerarà correcte encara que no explicitin l'estat físic (líquid o gas) de cada substància.*

#### Càlcul de l'entalpia de la reacció

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = (\sum n_p \Delta H^\circ_{\text{f productes}}) - (\sum n_r \Delta H^\circ_{\text{f reactius}}) \quad [0,10 \text{ p.}]$$

$$(\sum n_p \Delta H^\circ_{\text{f productes}}) = [(1 \times \Delta H^\circ_{\text{f CH}_3\text{COOH}}) + (1 \times \Delta H^\circ_{\text{f H}_2\text{O}})]$$

$$(\sum n_r \Delta H^\circ_{\text{f reactius}}) = [(1 \times \Delta H^\circ_{\text{f CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}) + (1 \times \Delta H^\circ_{\text{f O}_2})]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = [1 \times (-487,0 \text{ kJ mol}^{-1}) + 1 \times (-285,8)] - [1 \times (-277,6 \text{ kJ mol}^{-1}) + 0]$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_{\text{reacció}} = -492,5 \text{ kJ mol}^{-1} \quad [0,40 \text{ p.}]$$

#### Justificació reacció és exotèrmica

$\Rightarrow$  La reacció és exotèrmica perquè  $\Delta H^\circ_{\text{reacció}} < 0$ , per tant en el procés d'oxidació del etanol es desprèn calor. [0,20 p.]

#### Càlcul del calor després en la síntesi d'àcid acètic

$$\text{Massa molar CH}_3\text{COOH} = 2 \times 12,0 + 2 \times 16,0 + 4 \times 1,0 = 60 \text{ g mol}^{-1}$$

$$10 \text{ g} \frac{1 \text{ mol}}{60 \text{ g}} = 0,166 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$$

[0,10 p.]

$$\Rightarrow \text{A pressió constant} \Rightarrow q_p = \Delta H^\circ_{\text{reacció}} \quad [0,10 \text{ p.}]$$

$$q_p = n \Delta H^\circ_{\text{reacció}} = 0,166 \text{ mol CH}_3\text{COOH} \times -492,5 \text{ kJ mol}^{-1} = -81,755 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow q_p = -81,755 \text{ kJ (calor després)} \quad [0,10 \text{ p.}]$$



## Problema 2b

### Càlcul de l'entropia de la reacció

$$\Delta S^{\circ}_{\text{reacció}} = (\sum n_p S^{\circ}_{\text{productes}}) - (\sum n_p S^{\circ}_{\text{reactius}}) \quad [0,10 \text{ p.}]$$

$$(\sum n_p S^{\circ}_{\text{productes}}) = [(1 \times S^{\circ} \text{CH}_3\text{COOH}) + (1 \times S^{\circ} \text{H}_2\text{O})]$$

$$(\sum n_r H^{\circ}_f \text{ reactius}) = [(1 \times S^{\circ} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) + (1 \times S^{\circ} \text{O}_2)]$$

$$\Delta S^{\circ}_{\text{reacció}} = [1 \times 159,8 + 1 \times 69,9] - [1 \times 160,7 + 1 \times 205,5] = -136,5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta S^{\circ}_{\text{reacció}} = -136,5 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad [0,40 \text{ p.}]$$

### Càlcul de l'energia de Gibbs a 298 K

$$\text{Una reacció serà espontània quan } \Delta G^{\circ} < 0 \quad \text{i} \quad \Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ} \quad [0,10 \text{ p.}]$$

- Es transformen les unitats de entropia (J a kJ):

$$-136,5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times (1 \text{ kJ} / 1000 \text{ J}) = -0,1365 \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

- $\Delta G^{\circ}$  a 298 K

$$\Delta G^{\circ} = -492,5 \text{ kJ mol}^{-1} - (298 \text{ K} \times -0,1365 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) = -451,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta G^{\circ}_{\text{reacció}} = -451,8 \text{ kJ mol}^{-1} \quad [0,40 \text{ p.}]$$

- Es considerarà correcte si el càlcul es realitza en  $\text{J mol}^{-1}$  i el resultat és  $\Delta G^{\circ}_{\text{reacció}} = -451,8 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1}$

### Espontaneïtat de la reacció

La espontaneïtat a pressió i temperatura constant depèn de la energia de Gibbs.

$\Rightarrow$  La reacció serà espontània a 25 °C (298 K) perquè  $\Delta G^{\circ}_{\text{reacció}} < 0$

$$\text{Sí } \Delta G^{\circ} = 0 \text{ la reacció es troba en equilibri} \quad \Rightarrow \quad \Delta H^{\circ}_{\text{reacció}} = T \cdot \Delta S^{\circ}_{\text{reacció}}$$

$$-492,5 \text{ kJ mol}^{-1} = T \cdot (-0,1365 \text{ kJ mol}^{-1}) \quad \Rightarrow \quad T = \frac{-492,5}{-0,1365} = 3608,1 \text{ K}$$

$$\Rightarrow \Delta G^{\circ} < 0 \text{ si } T < 3608,1 \text{ K}$$

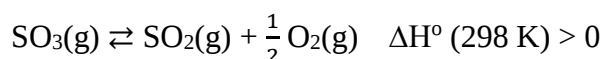
$\Rightarrow$  La reacció serà espontània a temperatures inferiors a 3608,1 K

[0,25 p.]



### Pregunta 3a

#### Efecte de l'increment de la temperatura en l'equilibri



Si la temperatura augmenta la reacció d'equilibri es desplaçarà en direcció cap el productes, formació de  $\text{SO}_2$ , perquè es una reacció endotèrmica. Un augment de temperatura provoca un desplaçament de l'equilibri cap a la dreta de formació de productes ( $\text{SO}_2$ ), per tant es consumeix  $\text{SO}_3$ .

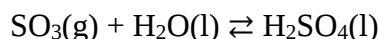
En conseqüència si disminueix la concentració de  $\text{SO}_3$  no es pot formar tant àcid sulfúric i no s'afavoreix la puja àcida.

⇒ Un **increment de temperatura afavoreix la reacció directa** (cap a productes) i, per tant, es **formarà més  $\text{SO}_2$** .

⇒ La **formació d'àcid sulfúric no s'afavoreix en dies calorosos**.

[0,50 p.]

#### Reacció de formació d'àcid sulfúric



[0,25 p.]

#### Efecte dels canvis de pressió a l'equilibri a temperatura constant

En augmentar la pressió segons el principi de Le Châtelier, l'equilibri es desplaça cap el sentit amb menys nombre de mols, per d'aquesta manera produir una disminució de la pressió. En aquest cas  $\Delta n = 0,5$  ( $\Delta n = \sum n_{\text{productes}} - \sum n_{\text{reactius}} = 1,5 - 1 = 0,5$ ) i l'efecte serà que la reacció és desplaçarà en el sentit dels reactius (cap a l'esquerra) i es produirà més  $\text{SO}_3$ .

En disminuir la pressió, l'equilibri es desplaça cap al sentit amb més nombre de mols, per d'aquesta manera produir un augment de la pressió. En aquest el equilibri la reacció és desplaçarà en el sentit dels productes (cap a la dreta) i es produirà més  $\text{SO}_2$ .

⇒ Si la **pressió augmentar s'afavoreix la reacció inversa** (cap a l'esquerra)

⇒ Si la **pressió disminueix s'afavoreix la reacció directa** (cap a la dreta)

[0,50 p.]



### Pregunta 3b

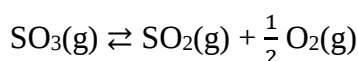
#### Càlcul de la $K_c$

##### Càlcul de concentracions

Concentració de  $\text{SO}_3$  (M) a l'inici ( $V = 10,0 \text{ L}$ ):  $0,10 \text{ mol} / 10,0 \text{ L} = 0,01 \text{ M}$

Concentració de  $\text{SO}_3$  (M) a l'equilibri ( $V = 10,0 \text{ L}$ ):  $0,017 \text{ mol} / 10,0 \text{ L} = 0,0017 \text{ M}$

[0,10 p.]



|                          |          |   |                 |
|--------------------------|----------|---|-----------------|
| Concentració inici       | 0,01 M   | - | -               |
| Concentracions equilibri | 0,0017 M | x | $\frac{1}{2} x$ |

##### Càlcul de x

$$C_0 - x = C_{\text{equilibri}}$$

$$0,01 \text{ M} - 0,0017 \text{ M} = x \Rightarrow x = 0,0083 \text{ M}$$

[0,20 p.]

##### Càlcul de concentracions a l'equilibri i $K_c$

Concentració de  $\text{SO}_2$ :  $0,0083 \text{ M}$

Concentració de  $\text{O}_2$ :  $\frac{1}{2} x$   $0,0083 \text{ M} = 0,00415 \text{ M}$

La constant d'equilibri ( $K_c$ ) a una temperatura determinada és:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2][\text{O}_2]^{1/2}}{[\text{SO}_3]} = \frac{(0,0083 \text{ M})(0,00415 \text{ M})^{1/2}}{(0,0017 \text{ M})} = \frac{0,000534}{0,0017} = 0,314$$

[0,50 p.]

#### Raonament del valor de $K_p$ respecte a $K_c$

La relació entre  $K_c$  i  $K_p$  és:

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

[0,15 p.]

R: constant universal dels gasos ideals;

T: temperatura en K

$\Delta n$ : increment del nombre de mols de gasos al passar de reactius i productes

- $\Delta n = \sum n_{\text{productes}} - \sum n_{\text{reactius}} = 1 - 1,5 = 0,5 \text{ moles}$
- Com que  $\Delta n \neq 0$  aleshores  $K_c \neq K_p$  i com que  $\Delta n > 0 \Leftrightarrow K_p > K_c$



$\Rightarrow$  Com  $\Delta n > 0$  i per la relació entre  $K_c$  i  $K_p \Leftrightarrow K_p > K_c$

[0,30 p.]



### Pregunta 4a

#### Què és l'electronegativitat?

L'**electronegativitat** és la **tendència d'un àtom a atreure electrons** quan es **combina** amb un altre àtom. Els **elements electronegatius tendeixen a guanyar electrons** amb facilitat.

[0,40 p.]

#### Configuració electrònica i valor d'electronegativitat

##### Configuracions electròniques

$$Z(A) = 6: 1s^2 2s^2 2p^2$$

$$Z(B) = 8: 1s^2 2s^2 2p^4$$

[0,40 p.]

##### Justificació del valor d'electronegativitat

L'element B té un nombre atòmic més gran que l'element A, i té un nucli amb 2 protons més que l'element A.

L'**element B** amb **Z=8**, amb configuració electrònica  **$1s^2 2s^2 2p^4$** , tindrà **més tendència a atraure els electrons compartits en l'enllaç** amb un altre àtom.

L'**element A** amb **Z=6**, amb configuració electrònica  **$1s^2 2s^2 2p^2$** , tindrà **menys tendència a atraure els electrons compartits en l'enllaç** amb un altre àtom. Per tant, l'electronegativitat de l'element A és més petita que la de l'element B.

⇒ L'**element B** té **més tendència** que l'**element A** per **atreure electrons de l'enllaç**.

⇒ La **electronegativitat de B** és més gran que l'**electronegativitat de A**:

$$X_B (Z=8) > X_A (Z=6)$$

⇒ L'**element A** té l'**electronegativitat més petita**.

[0,45 p.]



### Pregunta 4b

#### Raonament de compost i estructura de Lewis

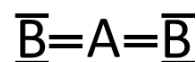
Segons les seves configuracions electròniques l'element **B** amb **Z=8** necessita agafar dos electrons per estabilitzar el seu darrer nivell energètic i l'element **A** amb **Z=6** en necessita quatre electrons. Per tant, els dos són no metalls, i tot i que tenen electronegativitats diferents, aquestes no ho són tant diferents com entre un metall i un no metall.

L'estructura de Lewis serà:

A = 4 electrons de valència

B = 6 electrons de valència

$4 + 2 \times 6 = 16$  electrons (8 parells per col·locar)



[0,35 p.]

#### Tipus d'enllaç

Amb aquesta estructura de Lewis cada element omple el seu nivell energètic i adquireix configuració de gas noble. Formaran **enllaços covalents** perquè tenen electronegativitats similars, però l'enllaç serà polar per la diferència d'electronegativitat entre els elements.

⇒ **AB<sub>2</sub>: A (δ +) – B (δ -) enllaç covalent i polar per la diferència d'electronegativitat**

[0,25 p.]

#### Geometria molècula i angles d'enllaç

Segons la teoria de repulsió de parells d'electrons de la capa de valència (RPECV) la geometria serà **lineal** AB<sub>2</sub> perquè l'àtom central (A) no té cap parell d'electrons sense compartir. La geometria lineal evita les repulsions degut a la interacció entre els electrons. L'angle d'enllaç serà 180°.

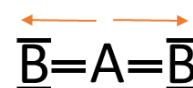
⇒ **AB<sub>2</sub>: 4 parells enllaçats, 0 parell lliure ⇒ geometria lineal (AB<sub>2</sub>), angle de 180°**

[0,25 p.]

#### Punt d'ebullició i polaritat de la molècula

La molècula no és polar perquè s'anul·len els moments dipolars corresponents als enllaços perquè la molècula és lineal.

⇒ **Molècula apolar perquè s'anul·len els moments dipolars**



molècula apolar

$\mu=0$

[0,20 p.]

- No es necessari que facin la representació



Els elements A i B formaran molècules discretes i no xarxes, amb forces intermoleculars poc intenses, per tant el seu punt d'ebullició serà baix.

⇒ A i B formen molècules discretes i el punt d'ebullició serà baix.

[0,20 p.]

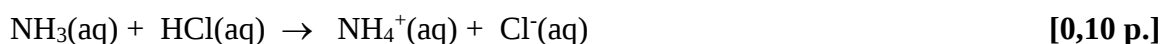


### Pregunta 5a

**Formulació.** Amoníac:  $\text{NH}_3$  i àcid clorhídric:  $\text{HCl}$  **[-0,50 p. si no formulen bé]**

- *Només es descomptarà -0,5 p. una vegada encara que formulin mal qualsevol de les dos espècies.*

### Reacció de valoració



### Concentració de la solució d'amoníac ( $\text{mg mL}^{-1}$ )

A partir de la reacció igualada (estequiometria 1 a 1) i coneixent que:

$$[\text{HCl}] = 0,1 \text{ M}; V_{\text{HCl}} = 10 \text{ mL} = 0,010 \text{ L} \text{ i } V_{\text{NH}_3} = 5,0 \text{ mL} = 0,005 \text{ L}$$

Es pot calcular la concentració d'amoníac  $[\text{NH}_3]$ :  $(0,1 \text{ mol/L}) \times (0,010 \text{ L}) = 0,005 \text{ L} \times [\text{NH}_3]$

$$[\text{NH}_3] = (0,1 \text{ mol/L} \times 0,010 \text{ L}) / 0,005 \text{ L} = 0,2 \text{ M NH}_3$$

$$\Rightarrow [\text{NH}_3] = 0,2 \text{ M} \quad \text{[0,25 p.]}$$

- *És correcte si ho fan amb factors de conversió.*
- *És correcte si utilitzen la fórmula:  $M \times V = M' \times V'$  (perquè l'estequiometria de la reacció és 1 a 1).*

Massa molar de  $\text{NH}_3$ :  $1 \times 14,0 + 3 \times 1,0 = 17 \text{ g mol}^{-1}$

$$0,2 \text{ mol L}^{-1} \text{ NH}_3 \frac{17 \text{ g}}{1 \text{ mol NH}_3} \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 3,4 \text{ mg mL}^{-1}$$

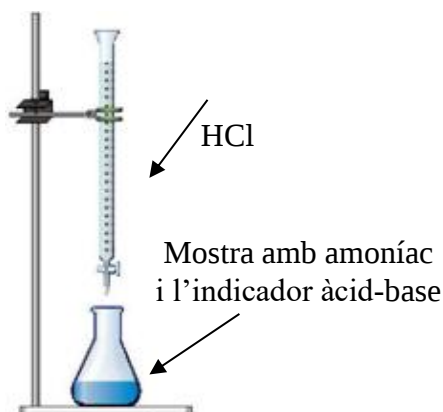
**[0,10 p.]**



**Procediment** per a dur a terme la valoració:

**[0,60 p.]**

- ✓ S'omple la bureta amb la solució de HCl, evitant que es formin bombolles d'aire dins de la bureta.
  - ✓ S'enrasa el volum de HCl de la bureta (a zero o a un altre volum).
  - ✓ Amb la pipeta aforada (i la pera) agafem els 5,0 mL de la dissolució d'amoniac i els transvasem a l'ermeneyer (o vas de precipitats). Es pot afegir una mica d'aigua destil·lada per rentar les parets de l'ermeneyer.
  - ✓ Afegim 2-3 gotes de l'indicador àcid-base a l'ermeneyer.
  - ✓ Obrim la clau de la bureta i anem afegint HCl, tot agitant contínuament l'ermeneyer, fins observar un canvi de color de la solució.
  - ✓ Tanquem la clau de la bureta i anotem el volum consumit de HCl gastat.
- *Es penalitzarà 0,1 p per cada un dels ítems que no hagin indicat.*
  - *El dibuix és opcional.*



**Material i altres substàncies** per a dur a terme la valoració:

**[0,20 p.]**

(a part de la mostra que conté amoníac i la solució de HCl)

- ✓ Bureta, amb un peu i pinça per subjectar-la.
- ✓ Pipeta aforada i una pera d'aspiració (o succionador).
- ✓ Erlenmeyer (o vas de precipitats).
- ✓ Indicador àcid – base que viri a la zona de pH bàsic (fenolftaleïna, per exemple)



## Problema 5b

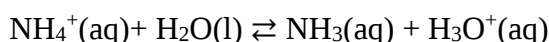
### Justificació del pH en el punt d'equivalència

[0,45 p.]

En el punt d'equivalència s'ha afegit una quantitat d'àcid (HCl) suficient perquè tot l'amoniac reaccioni, sense que sobri HCl. En la solució hi ha l'ió clorur ( $\text{Cl}^-$ ) i l'ió amoni ( $\text{NH}_4^+$ ).

- dels dos ions, només tindrà reacció d'hidròlisi el catió amoni:  $\text{NH}_4^+$
- l'anió clorur no té hidròlisi ja que és neutre i no pot formar un àcid fort (HCl) en aigua

**El catió amoni reacciona amb aigua donen una hidròlisi àcida segons la reacció:**



**El pH en el punt d'equivalència serà àcid ( $\text{pH} < 7$ ), ja que el catió  $\text{NH}_4^+$  és l'àcid conjugat de l'amoniac ( $\text{NH}_3$ ), que és una base feble i amb aigua genera ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  (hidroni o oxidani/oxoni).**

### Corba de valoració

#### Raonament forma i dibuix

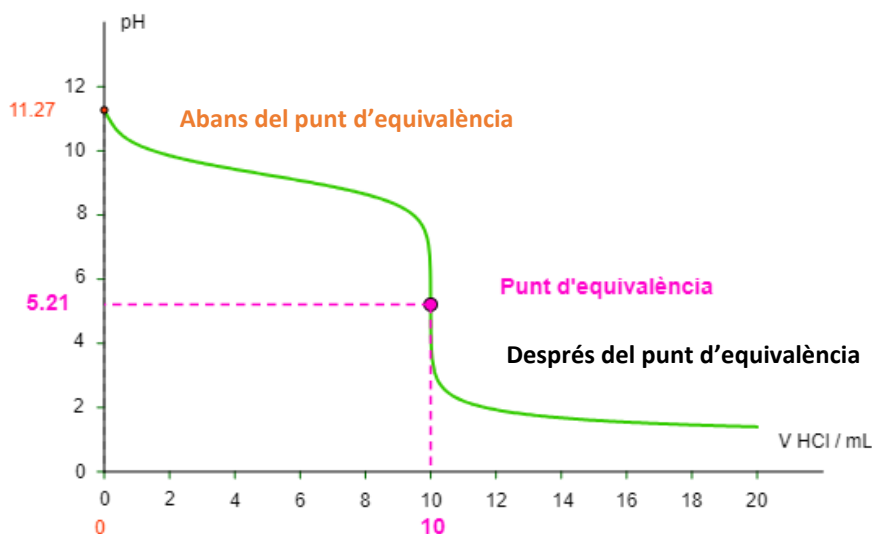
[0,30 p.]

La valoració comença a pH bàsic i acabarà a pH àcid.

1. Ens diuen que el pH a l'inici de la valoració és bàsic ( $\text{pH} = 11,27$ ).
2. En el punt d'equivalència el pH serà àcid.
3. Després del punt d'equivalència, com afegim un excés de HCl, perquè sobrepassem el la quantitat d'àcid necessària per a valorar tot l'amoniac, el pH es torna molt més àcid.

#### Corba aproximada i punt d'equivalència

[0,50 p.]





### Pregunta 6a

#### Determinació de l'equació de velocitat

L'equació de la velocitat de la reacció serà:  $v = k [P_4]^\alpha [H_2]^\beta$

On, “ $\alpha$ ” és l'ordre de reacció respecte a fòsfor blanc i “ $\beta$ ” és l'orde de reacció respecte a hidrogen.

Ordres de reacció  $\alpha$  i  $\beta$  i ordre total (dos possibles raonaments)

#### Numèricament (1)

- De la taula de dades experimentals poden comparar els experiments (2) i (3) que tenen la mateixa velocitat:

Segon experiment:  $6,40 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} = k (0,0110 \text{ mol L}^{-1})^\alpha (0,0150 \text{ mol L}^{-1})^\beta$

Tercer experiment:  $6,40 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} = k (0,0220 \text{ mol L}^{-1})^\alpha (0,0150 \text{ mol L}^{-1})^\beta$

En dividir es troba:  $1 = 2^\alpha \times 1$

$\Rightarrow \alpha = 0$ ; la reacció és d'ordre 0 respecte  $P_4$  [0,25 p.]

- De la taula de dades experimentals es poden comparar els experiments (2) i (1) que tenen la mateixa concentració de fòsfor blanc:

Segon experiment:  $6,40 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} = k (0,0110 \text{ mol L}^{-1})^\alpha (0,0150 \text{ mol L}^{-1})^\beta$

Primer experiment:  $3,20 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} = k (0,0110 \text{ mol L}^{-1})^\alpha (0,0075 \text{ mol L}^{-1})^\beta$

En dividir tenim:  $2 = 1 \times 2^\beta \Rightarrow \log 2 = \beta \log 2$

$\Rightarrow \beta = 1$ ; la reacció és d'ordre 1 respecte  $H_2$  [0,25 p.]

L'ordre total de la reacció es igual a la suma de  $\alpha + \beta = 0 + 1 = 1$  [0,15 p.]

#### Raonament (2)

En **duplicar la concentració de fòsfor blanc** i mantenint la **concentració d'hidrogen constant** (experiments 2 i 3) la **velocitat de reacció no es modifica**. Per tant, l'**ordre parcial del fòsfor blanc és 0**. [0,25 p.]



En **duplicar la concentració d'hidrogen** mantenint la **concentració de fòsfor blanc constant** (experiments 1 i 2) es **duplica la velocitat de reacció**. Per tant, l'**ordre parcial de l'hidrogen és 1**. [0,25 p.]

L'**ordre total** de la reacció es igual a la suma de  $\alpha + \beta = 0 + 1 = 1$  [0,15 p.]

#### Equació de velocitat

L'**equació de velocitat** de la reacció és  $v = k [\text{H}_2]$  [0,20 p.]

#### **Càlcul de la constant de velocitat i justificació de les unitats**

- Agafant la velocitat inicial de la reacció i les concentracions inicials de cada reactiu en un experiment (el segon per exemple) es troba:

Experiment 2:  $6,40 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} = k (0,0150 \text{ mol L}^{-1})^1$

$\Rightarrow k = 0,0426 \text{ s}^{-1}$  [0,40 p.]

$$\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}} = k \frac{\text{mol}}{\text{L}} \rightarrow k = \frac{1}{\text{s}}$$



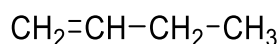
**Pregunta 6b**

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Corrosiu o perill de corrosió:</b> ataquem els metalls i provoquen ferides a la pell o danys als ulls.</p> <p>[0,30 p.]</p>                                                                                |
|    | <p><b>Inflamable o perill d'incendi:</b> pot encendrés per contacte amb una flama o una guspira, per augment de la temperatura, per fregament, per xoc, o per contacte amb l'aire o l'aigua</p> <p>[0,30 p.]</p> |
|   | <p><b>Toxicitat aguda:</b> són molt verinosos fins i tot en dosis petites, per via oral o per inhalació; provoquen nàusees, pèrdua de coneixement o, fins i tot, la mort.</p> <p>[0,35 p.]</p>                   |
|  | <p><b>Perillós pel medi ambient:</b> tenen efectes tòxics aguts o crònics en el medi ambient, especialment en el medi aquàtic.</p> <p>[0,30 p.]</p>                                                              |



### Problema 7a

#### Isòmers estructurals: constitucionals de cadena de C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>

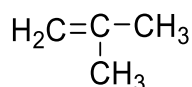


[0,15 p.]

but-1-è

1-butè

[0,10 p.]



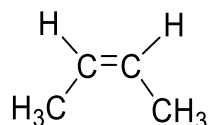
[0,15 p.]

metilpropè

[0,10 p.]

- Es poden nombrar indistintament per nomenclatura IUPAC 1993, nomenclatura IUPAC 1979 o nom comú.

#### Isòmers geomètrics de C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>

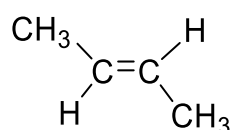


[0,15 p.]

cis-but-2è

cis-2-butè

[0,10 p.]



[0,15 p.]

trans-but-2è

trans-2-butè

[0,10 p.]

- Es poden nombrar indistintament per nomenclatura IUPAC 1993, nomenclatura IUPAC 1979 o nom comú.

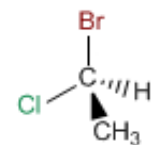
#### Molècula quiral i exemple

Una molècula és quiral quan té **un carboni tetraèdric** amb els **quatre substituents diferents**, aquest carboni és un **estereocentre** o **carboni quiral**. [0,15 p.]

Exemple: Qualsevol molècula amb un carboni i quatre substituents diferents. [0,10 p.]



- *No és necessari el dibuix tridimensional.*





### Pregunta 7b

#### Nom i fórmula semidesenvolupada dels monòmers

A: etè o *etilè*:  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$

B: propè o *propilè*:  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$

C: cloroetè o *clorul de vinil* o *monoclorur d'etilè*:  $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$

[0,30 p.]

- *Es poden nombrar indistintament per nomenclatura IUPAC 1993, nomenclatura IUPAC 1979 o nom comú.*

#### Nom del polímer

A: polietilè

B: polipropilè

C: policlorur de vinil

[0,30 p.]

#### Tipus de reaccions

Els polímers es poden sintetitzar mitjançant dos tipus de processos de polimerització: **reaccions per addició** (creixement en cadena) i **reaccions per condensació** (creixement en etapes).

a) A, B i C són polimeritzacions per **reaccions d'addició**.

Les reaccions per addició es produeix un creixement de la cadena. En aquest tipus de reacció la molècula de monòmer sencer passa a formar part de la cadena de polímer.

[0,35 p.]

b) D és una polimerització per **reacció de condensació**.

En las reaccions de polimerització per condensació els grups funcionals reaccionen i formen monòmers, i eliminen molècules petites com  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$  i alcohol, entre d'altres. Aquests monòmers reaccionen entre si i originin dímers que en unir-se formen trímers, etc., fins a constituir grans molècules.

[0,30 p.]

