



## SÈRIE 2

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 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 1.a)

#### Dades de l'exercici



#### Etapa determinant

L'etapa més lenta determina la velocitat de la reacció global, per tant, l'etapa determinant és l'etapa 1.

[0,20 p]

#### Equació de velocitat i justificació

$$v = k [\text{NO}]^2 \cdot [\text{H}_2] \quad (\text{equació 1})$$

En les etapes d'un mecanisme de reacció, els exponents de cada concentració coincideixen amb els coeficients estequiomètrics.

[0,35 p]

#### Ordres parcials i ordre total de la reacció

Segons l'equació de velocitat (equació 1), podem dir que:  $v = k [\text{NO}]^\alpha \cdot [\text{H}_2]^\beta$

$\alpha=2$  i per tant és d'ordre 2 respecte a NO

[0,10 p]

$\beta=1$  i per tant és d'ordre 1 respecte a  $\text{H}_2$

[0,10 p]

L'ordre total de la reacció és la suma dels ordres parcials ( $\alpha + \beta$ ) de l'equació de velocitat:

$$\text{Ordre total} = \alpha + \beta = 2 + 1 = 3$$

[0,10 p]



**Unitats de la constant de velocitat**

$v = k [\text{NO}]^2 \cdot [\text{H}_2]$  les **unitats de la velocitat** sempre són les mateixes  **$\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$**

i, en aquest mecanisme, les unitats per a la concentració són:

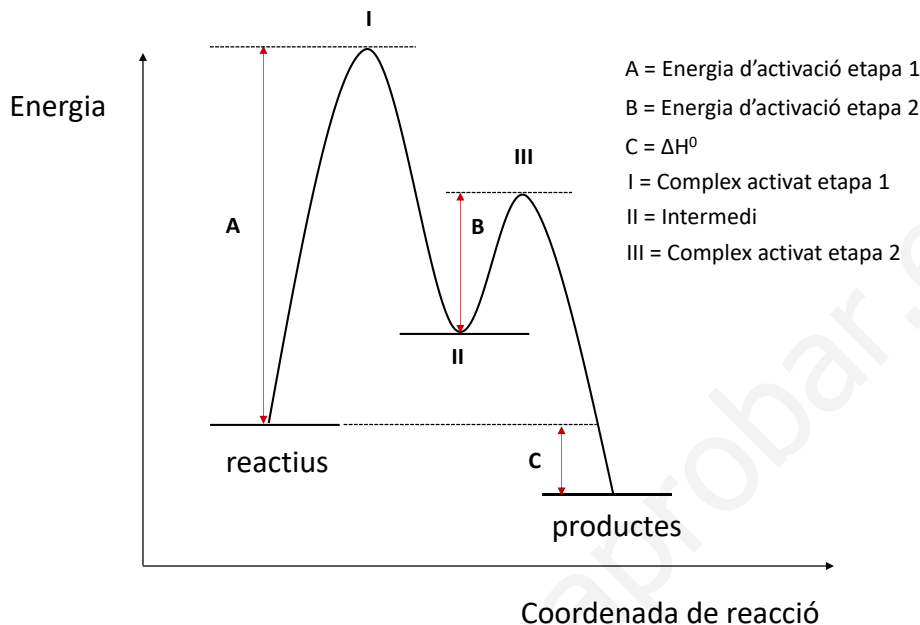
$$[\text{NO}]^2 = \text{mol}^2 \text{L}^{-2} \text{ i } [\text{H}_2] = \text{mol L}^{-1}$$

$$\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}} = k \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad \rightarrow \quad k = \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2 \text{s}}$$

[0,40 p]



### Pregunta 1b



[0,60 p]

- Es penalitzarà 0,1 p per cada un dels ítems que no hagin indicat (complex activat etapa 1 (I), intermedi (II), complex activat etapa 2 (III), energia d'activació etapa 1 (A), energia d'activació etapa 2 (B) i entalpia  $\Delta H^0$  (C)).

### Model cinètic de l'estat de transició o complex activat

L'estat de transició és un intermedi inestable per la seva elevada energia (energia d'activació). La velocitat d'una reacció depèn de l'energia d'activació o energia que han d'assolir les molècules de reactius per arribar a l'estat de transició o complex activat: com més petita sigui més alta serà la velocitat.

[0,30 p]

**L'energia d'activació de la primera etapa (A) serà més gran que l'energia d'activació de la segona etapa (B), perquè la primera etapa del mecanisme de la reacció global és l'etapa lenta.** Els reactius necessitaran més energia per a la formació del complex activat en la primera etapa i, per tant, serà més lenta, perquè hi haurà menys partícules que tindran l'energia cinètica necessària per arribar al complex activat i formar els productes.

[0,35 p]



### Problema 2.a)

#### pH de la dissolució d'àcid benzoic

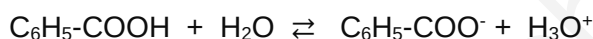
- Concentració molar d'àcid benzoic  $C_6H_5-COOH$ :

Massa molar de  $C_6H_5-COOH$ :  $7 \times 12 + 6 \times 1 + 2 \times 16 = 122 \text{ g mol}^{-1}$

$$8,1 \text{ g} \frac{1 \text{ mol àcid benzoic}}{122 \text{ g}} 1 \text{ L} = 0,0664 \text{ M}$$

[0,10 p]

- Equilibri de l'àcid benzoic:



|           |              |     |     |
|-----------|--------------|-----|-----|
| inici     | 0,0664       | --  | --  |
| equilibri | $0,0664 - x$ | $x$ | $x$ |

$$K_a = \frac{[C_6H_5COO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]}$$

[0,30 p]

- Càlcul concentració ió hidroni (oxidani/oxoni) i pH:

$$6,3 \times 10^{-5} = \frac{[(x) \cdot (x)]}{(0,0664 - x)} \quad (\text{equació 1})$$

$$\text{Suposant que } 0,0664 - x \approx 0,0664 \Rightarrow 6,3 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0,0664}$$

$$x = \sqrt{6,3 \times 10^{-5} \times 0,0664} = 2,045 \times 10^{-3}$$

$$[H_3O^+] = 2,045 \times 10^{-3}$$

[0,40 p]

$$\text{pH} = -\log [H_3O^+] = -\log (2,045 \times 10^{-3}) \Rightarrow \text{pH} = 2,69$$

[0,20 p]

- Si l'equació 1 no se simplifica, cal resoldre una equació de segon grau que dona com a resultat la mateixa  $[H_3O^+]$ .



**Raonem si es pot utilitzar la solució d'àcid benzoic com a conservant:**

El medi de conservació de l'aliment ha de tenir un pH menor de 5.

**Sí que es pot utilitzar** com a líquid conservant perquè **el pH de la dissolució d'àcid benzoic és inferior a 5.**

$\Rightarrow \text{pH} = 2,69 < \text{pH} = 5$

[0,25 p]

www.yoquieroaprobar.es



**Pregunta 2.b)**

**Reacció de valoració:**  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH (aq)} + \text{OH}^- \text{ (aq)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^- \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)}$

[0,25 p]

o també:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH (aq)} + \text{NaOH (aq)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COONa (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)}$

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

[0,40 p]

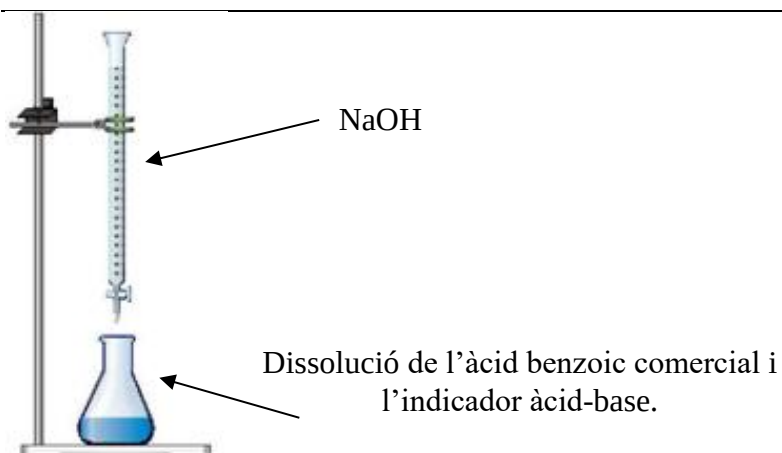
*(a part de la mostra d'àcid benzoic i la solució de NaOH)*

- ✓ Bureta, amb un peu i pinça per subjectar-la.
- ✓ Pipeta aforada de 25 mL amb pera d'aspiració.
- ✓ Erlenmeyer (o vas de precipitats).
- ✓ Indicador àcid – base que viri a la zona de pH bàsic (fenolftaleïna, per exemple).
  - *Es penalitzarà 0,1 p per cada un dels ítems que no hagin indicat.*
  - *Es penalitzarà 0,05 p si només diuen que cal un indicador àcid-base, sense dir que ha de virar a la zona bàsica o sense dir el nom d'un indicador que viri en aquesta zona (per exemple, la fenolftaleïna).*

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

[0,60 p]

- ✓ S'omple la bureta amb la solució de NaOH, evitant que es formin bombolles d'aire dins de la bureta.
- ✓ S'enrasa el volum de NaOH de la bureta (a zero o a un altre volum).
- ✓ Amb la pipeta aforada (i la pera) agafem els 25,0 mL de la dissolució d'àcid benzoic i els transvasem a l'ermenmeyer (o vas de precipitats). Es pot afegir una mica d'aigua destil·lada per rentar les parets de l'ermenmeyer.
- ✓ Afegim 2-3 gotes de l'indicador àcid-base a l'ermenmeyer.
- ✓ Obrim la clau de la bureta i anem afegint NaOH, tot agitant contínuament l'ermenmeyer, fins que s'observi un canvi de color de la solució.
- ✓ Tanquem la clau de la bureta i anotem el volum consumit de NaOH gastat.
  - *Es penalitzarà 0,1 p per cada un dels ítems que no hagin indicat.*
  - El dibuix és opcional.

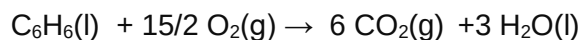


www.yoquieroaprobar.es





**Pregunta 3.a)**



**Càlcul de la calor de combustió a pressió constant**

A pressió constant  $\Rightarrow q_p = \Delta H^\circ_{\text{reacció}}$

[0,25 p]

- Calculem l'entalpia estàndard de la reacció:

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = (\sum n_p \Delta H^\circ_{\text{f productes}}) - (\sum n_r \Delta H^\circ_{\text{f reactius}})$$

[0,10 p]

$$(\sum n_p \Delta H^\circ_{\text{f productes}}) = [(6 \times \Delta H^\circ_{\text{f CO}_2}) + (3 \times \Delta H^\circ_{\text{f H}_2\text{O}})]$$

[0,10 p]

$$(\sum n_r \Delta H^\circ_{\text{f reactius}}) = [(1 \times \Delta H^\circ_{\text{f C}_6\text{H}_6})]$$

[0,10 p]

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = [6 \times (-394 \text{ kJ mol}^{-1}) + 3 \times (-286 \text{ kJ mol}^{-1})] - [1 \times (49 \text{ kJ mol}^{-1})]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reacció}} = -3271 \text{ kJ mol}^{-1}$$

[0,40 p]

- Si no hi posen unitats (o són errònies), es penalitzarà 0,1 p.

- Calculem la calor alliberada en la combustió de 20 kg de benzè.

- o Mols de benzè:

$$\text{massa molecular del benzè: } 12 \times 6 + 1 \times 6 = 78 \text{ g mol}^{-1}$$

$$20 \text{ kg benzè} \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \frac{1 \text{ mol benzè}}{78 \text{ g}} = \mathbf{256,41 \text{ mol benzè}}$$

- o Calor de combustió:

$$256,41 \text{ mol benzè} \frac{-3271 \text{ kJ}}{1 \text{ mol benzè}} = \mathbf{-838717 \text{ kJ}} \Rightarrow \text{Calor alliberada} = 838717 \text{ kJ}$$

[0,30 p]



### Pregunta 3.b)

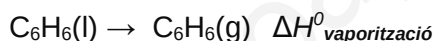
#### Definició d'entalpia de vaporització

L'entalpia de vaporització d'una substància és la **quantitat de calor** (energia) a **pressió constant** que cal aportar **perquè una determinada quantitat de la substància líquida** (per exemple, 1 mol) **passi a vapor** a pressió constant i a **una determinada temperatura** que, generalment, es considera la temperatura d'ebullició. Es representa per  $\Delta H_{\text{vaporització}}$ .

[0,50 p]

- Si no es diu que el canvi de fase líquid-vapor ha de tenir lloc a una temperatura determinada es penalitzarà 0,2 p.

#### Càlcul de l'entalpia molar de vaporització del benzè líquid a 25 °C



- Aplicant la llei de Hess:

$$\Delta H^0_{\text{vaporització}} = \Delta H^0_f(\text{C}_6\text{H}_6(\text{g})) - \Delta H^0_f(\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})) = 83 \text{ kJ mol}^{-1} - 49 \text{ kJ mol}^{-1} = \mathbf{34 \text{ kJ mol}^{-1}}$$

$$\Rightarrow \Delta H^0_{\text{vaporització}} = \mathbf{34 \text{ kJ mol}^{-1}}$$

[0,50 p]

- Càlcul de l'energia (en forma de calor) per vaporitzar 1 kg de benzè:

$$\text{A pressió constant} \Rightarrow q_p = \Delta H^0_{\text{reacció}}$$

$$1 \text{ kg benzè} \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \frac{1 \text{ mol de benzè}}{78 \text{ g de benzè}} \frac{34 \text{ kJ mol}^{-1}}{1 \text{ mol de benzè}} = 435,90 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow \mathbf{\text{Energia} = 435,90 \text{ kJ}}$$

[0,25 p]



### Pregunta 4a

#### Energia d'ionització

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



En condicions normals, un àtom mai desprèn energia de forma espontània, per tant, és una magnitud amb **signe positiu** ( $E_{i1} > 0$ ) perquè es un **procés endotèrmic**.

[0,10 p]

#### Càlcul de l'energia mínima d'un fotó per ionitzar un àtom de K

Energia de kJ/mol a J/àtom

$$418 \cdot \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{6,02 \times 10^{23} \text{ àtoms}} \cdot \frac{10^3 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} = 6,94 \times 10^{-19} \text{ J àtom}^{-1}$$

[0,20 p]

#### Càlcul de la freqüència d'un fotó per ionitzar un àtom de K

- A partir de l'equació de Planck relacionarem l'energia de la radiació amb la freqüència:

$$E_{\text{mínima}} = h \nu$$

[0,10 p]

$$\Rightarrow \nu = E_{\text{mínima}} / h \Rightarrow \nu = 6,94 \times 10^{-19} \text{ J àtom}^{-1} / 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\nu = 1,05 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} \quad (\text{ó } 1,05 \times 10^{15} \text{ Hz})$$

[0,20 p]

- Si no hi posen unitats (o són errònies) es penalitzarà 0,1 p.



**Proves d'accés a la Universitat 2022, convocatòria ordinària. Criteri específic d'avaluació**

- Longitud d'ona de la radiació anterior:

$$\lambda = c / \nu$$

[0,10 p]

$$\Rightarrow \lambda = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} / 1,05 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$\lambda = 2,87 \times 10^{-7} \text{ m}$$

[0,10 p]

- Si no hi posen unitats (o són errònies) es penalitzarà 0,1 p.
- També poden calcular directament la longitud d'ona a partir de l'expressió:  
 $E = h \nu = h c / \lambda \Rightarrow \lambda = h c / E$

(0,5 punts directament).

$$E_{\text{mínima}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} ; 6,94 \times 10^{-19} \text{ J} \cdot \text{àtom}^{-1} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J s} \cdot 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{\lambda} ; \lambda = 2,87 \times 10^{-7} \text{ m}$$

- Regió espectral de la llum en què es podrà ionitzar l'àtom de potassi:

El potassi es podrà ionitzar amb **llum ultraviolada**, però també amb **raig X** i  $\gamma$ .

S'ionitzarà amb fotons de  $\lambda \leq 2,87 \times 10^{-7} \text{ m}$ .

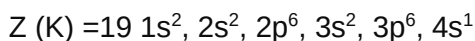
[0,25 p]



### Pregunta 4.b)

#### Comparació radi catió $K^+$ i K

Configuració electrònica del K



[0,10 p]

Quan l'àtom de potassi (K) perd un electró de la capa més externa ( $4s^1$ ) es forma l'ió potassi ( $K^+$ ) amb igual nombre de protons (19) però un electró menys (18) i amb 8 electrons a la capa més externa ( $3s^2 \ 3p^6$ ). La càrrega nuclear és la mateixa, però la càrrega nuclear efectiva del catió és més gran a causa de l'electró de menys que té (menys apantallament). L'electró més extern del catió està més proper al nucli, per tant, el radi disminueix.

[0,20 p]

El radi del catió potassi ( $K^+$ ) és inferior al radi de l'element potassi (K).

$\Rightarrow \text{radi } K^+ < \text{radi } K$

0,20 p]

#### Segona energia d'ionització potassi

La **segona energia d'ionització** és la quantitat d'energia que cal subministrar a un catió monoatòmic en estat gasós per arrencar-li un electró:



L'energia d'ionització depèn de la força d'atracció de l'electró més extern amb el nucli. La força d'atracció de l'electró extern (càrrega negativa) amb el nucli (càrrega positiva) depèn de la distància que els separi (radi). Com més petita sigui aquesta distància, més força d'atracció (segons la llei de Coulomb) i més costarà d'arrencar l'electró.

[0,25 p]

El catió  $K^+$  té un excés de càrrega positiva (protons) en relació amb la càrrega negativa (electrons); això fa que el nucli atregui amb més força els electrons i, per tant, el radi del  $K^+$  és més petit que el del K. Per tant, la segona energia d'ionització del  $K^+$  és més gran que la primera energia d'ionització del K, perquè com més petit és el radi més costa arrencar un electró i més energia cal donar-li.

[0,30 p]

$\Rightarrow \text{segona energia d'ionització } E_{i2}(K^+) > \text{primera energia d'ionització } E_{i1}(K)$

[0,20 p]



### Pregunta 5.a)

#### Càlcul de $K_c$

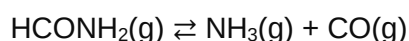
- Càlcul dels mol de  $\text{HCONH}_2$  a partir de la massa molar:

Massa molecular ( $\text{HCONH}_2$ ) =  $1+12+16+14+2= 45 \text{ g/mol}$

$$9,0 \text{ g HCONH}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol HCONH}_2}{45 \text{ g HCONH}_2} = 0,2 \text{ mol HCONH}_2$$

[0,10 p]

- Càlcul del nombre de mols i concentració de totes les espècies en l'equilibri:



|           |       |    |    |
|-----------|-------|----|----|
| inici     | 0,2   | -- | -- |
| equilibri | 0,2-x | x  | x  |

[0,20 p]

A partir de l'equació dels gasos ideals es calcula el  $n_{\text{equilibri}}$  i "x"

Les condicions experimentals són:

$$V = 10 \text{ L}$$

$$P = 1,56 \text{ atm}$$

$$T = 500 \text{ K}$$

$$P V = n R T$$

$$n = (P V) / (R T)$$

$$n = (1,56 \text{ atm} \times 10 \text{ L}) / (0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 500 \text{ K})$$

$$\Rightarrow n_{\text{equilibri}} = 0,3805 \text{ mol de gasos en l'equilibri}$$

[0,10 p]

Nombre de mols de cada espècie gasosa en l'equilibri:

$$n_{\text{equilibri}} = 0,3805 \text{ mol de gasos} = (0,2 - x) + x + x$$

$$\Rightarrow 0,3805 = 0,2 + x \Rightarrow x = 0,1805 \text{ mol}$$

[0,10 p]



Càlcul de les concentracions en equilibri per calcular  $K_c$ :

$$[\text{HCONH}_2] = \frac{(0,2 - x) \text{ mol}}{10 \text{ L}} = \frac{(0,2 - 0,1805) \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 1,95 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_3] = [\text{CO}] = \frac{x \text{ mol}}{10 \text{ L}} = \frac{0,1805 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 1,805 \times 10^{-2} \text{ M}$$

[0,10 p]

Càlcul de  $K_c$  amb les concentracions de les substàncies en estat gasós:

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3][\text{CO}]}{[\text{HCONH}_2]} = \frac{(1,805 \times 10^{-2})(1,805 \times 10^{-2})}{1,95 \times 10^{-3}} = \mathbf{0,167}$$

$$\Rightarrow K_c = 0,167$$

[0,30 p]

- Es penalitzarà 0,1 p, si expressen la constant d'equilibri amb unitats.

**Càlcul de  $K_c$**

Relació entre  $K_c$  i  $K_p$ :

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

[0,10 p]

R: constant universal dels gasos ideals; T: temperatura en K

$\Delta n$ : variació del nombre de mol de gasos en la reacció

Càlcul  $K_p$  (si les pressions s'expressen en atmosferes):

$$\Delta n = \sum n_{\text{productes}} - \sum n_{\text{reactius}} = 2 - 1 = 1$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 0,167 \left( 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{K}\cdot\text{mol}} \times 500 \text{ K} \right)^1 = \mathbf{6,847}$$

$$\Rightarrow K_p = \mathbf{6,847}$$

[0,25 p]

- Es penalitzarà 0,1 p si expressen la constant d'equilibri amb unitats.
- També és considerarà correcte si calculen  $K_p$  amb  $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ .



### Problema 5.b)

#### Com afecta el rendiment de la reacció

- Un augment del volum

En augmentar el volum del recipient, disminueix la pressió en el seu interior. La reacció es desplaçarà cap a on hi ha més mols de gasos (*coeficients estequiomètrics*) per tornar a una nova situació d'equilibri.

Mols de gasos reactius = 1

Mols de gasos productes =  $1 + 1 = 2$

⇒ La reacció es desplaçarà cap la dreta i produirà més CO i NH<sub>3</sub>

⇒ **Augmenta el rendiment de la reacció**

[0,20 p]

- Un augment del nombre de mols de CO

En augmentar el nombre de mols de CO (producte) la reacció es desplaçarà cap a l'esquerra (reactius) per restablir un nou estat d'equilibri.

⇒ La reacció es desplaçarà cap l'esquerra i produirà menys CO i NH<sub>3</sub>

⇒ **Disminueix el rendiment de la reacció**

[0,20 p]

- Un augment de la temperatura

La reacció és endotèrmica ( $\Delta H^{\circ} > 0$ ). Això ens indica que la reacció absorbeix calor en la reacció directa (cap a la dreta) i desprèn calor en la reacció inversa (cap a l'esquerra).

Un augment de temperatura implica aportar calor al sistema.

⇒ Afavorim la reacció directa (cap la dreta) i es produirà més CO i NH<sub>3</sub>

⇒ **Augmenta el rendiment de la reacció**

[0,20 p]

- Afegim un catalitzador

Un catalitzador modifica la cinètica de la reacció (velocitat) però no altera la constant d'equilibri de la reacció, ni les concentracions dels compostos (reactius i productes) en equilibri.

⇒ **No es modifica el rendiment de la reacció**

[0,20 p]





---

**Com afecta la constant d'equilibri,  $K_c$**

La  $K_c$ , per a una determinada reacció, només depèn de la temperatura.

⇒ l'augment del volum, l'augment de mols de CO o l'addició d'un catalitzador no modifica la constant d'equilibri  $K_c$

[0,30 p]

L'augment de temperatura afavoreix la reacció cap a la dreta (productes)

⇒ la  $K_c$  augmenta

[0,15 p]



### Pregunta 6.a)

**Formulació.** Hidròxid de calci:  $\text{Ca(OH)}_2$

[– 0,5 p si no formulen bé]

#### Definició de solubilitat molar

La solubilitat molar d'un compost és el nombre de mols de compost dissolts en un litre de solució saturada.

[0,30 p]

- *També es podrà definir com el nombre màxim de mols de compost (solut) dissolts en un litre de solució (solvent).*

#### Càlcul de la solubilitat molar del $\text{Ca(OH)}_2$

Massa molecular de  $\text{Ca(OH)}_2 = 40,1 + 16,0 \times 2 + 1,0 \times 2 = 74,1 \text{ g mol}^{-1}$

$$S = \frac{0,149 \text{ g Ca(OH)}_2}{0,2 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{74,1 \text{ g Ca(OH)}_2} = 0,01 \frac{\text{mol Ca(OH)}_2}{\text{L solució}} = \mathbf{0,01 \text{ M Ca(OH)}_2}$$

[0,40 p]

#### Concentracions dels ions $\text{Ca}^{2+}$ i $\text{OH}^-$

A partir de l'equilibri de la sal:  $\text{Ca(OH)}_2 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$

S                      2 S

[0,25 p]

Concentració de cada ió:

$$[\text{Ca}^{2+}] = S = 0,01 \text{ M} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{[\text{Ca}^{2+}] = 0,01 \text{ M}}$$

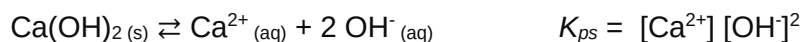
$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot S = 0,02 \text{ M} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{[\text{OH}^-] = 0,02 \text{ M}}$$

[0,30 p]



### Pregunta 6b

Donat l'equilibri:



- Quan **afegim aigua**, la solució deixarà d'estar saturada, la **concentració** dels ions  **$\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{OH}^{-}$**  **disminuirà**. Hi haurà tendència a dissoldre's més sòlid fins arribar un altre cop a la saturació.

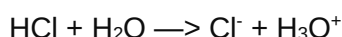
L'**equilibri** es desplaçarà cap a la **dreta** i **augmenta** la **solubilitat** del  $\text{Ca(OH)}_2$  i, per tant, **disminueix** la massa de  $\text{Ca(OH)}_2$ .

[0,30 p]

- Quan **afegim NaOH**, estem **afegint un ió comú  $\text{OH}^{-}$**  (un producte) i el **sistema** evolucionarà cap a l'**esquerra**, i **augmenta** la quantitat de  $\text{Ca(OH)}_2$ .

[0,30 p]

- Quan **afegim HCl** estem afegint un àcid fort que es dissocia totalment:



L'ió  **$\text{H}_3\text{O}^{+}$**  reaccionarà amb els  **$\text{OH}^{-}$**  de la solució (neutralització) fent que la  **$[\text{OH}^{-}]$**  **disminueixi**. L'**equilibri** es desplaçarà cap a la **dreta** fins que arribi de nou a la saturació i, per tant, **disminueix** la massa de  $\text{Ca(OH)}_2$ .

[0,35 p]

- Quan **afegim  $\text{CaCl}_2$** , estem **afegint l'ió comú  $\text{Ca}^{2+}$**  (un producte) i el **sistema** evolucionarà cap a l'**esquerra**, i **augmenta** la quantitat de  $\text{Ca(OH)}_2$ .

[0,30 p]



**Pregunta 7.a)**

**Escriure les semireaccions i la reacció global**

**Ànode**      reacció d'oxidació       $\text{Cd (s)} \rightarrow \text{Cd}^{2+} \text{ (aq)} + 2 \text{ e}^-$

[0,10 p]

**Càtode**      reacció de reducció       $\text{Cu}^{2+} \text{ (aq)} + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{Cu (s)}$

[0,10 p]

---

*reacció global*       **$\text{Cd (s)} + \text{Cu}^{2+} \text{ (aq)} \rightarrow \text{Cd}^{2+} \text{ (aq)} + \text{Cu (s)}$**

[0,20 p]

- *No és necessari que explicitin els estats físics de les substàncies.*

La reacció de **reducció** es produeix en el **càtode**.

[0,10 p]

**Càlcul FEM estàndard de la pila**

$$E (\text{cel}\cdot\text{la}) = E^0 \text{ càtode} - E^0 \text{ ànode} = 0,34 - (-0,40 \text{ V}) = + 0,74 \text{ V}$$

[0,20 p]

$$\Rightarrow E (\text{cel}\cdot\text{la}) > 0$$

**Muntatge experimental de la pila**

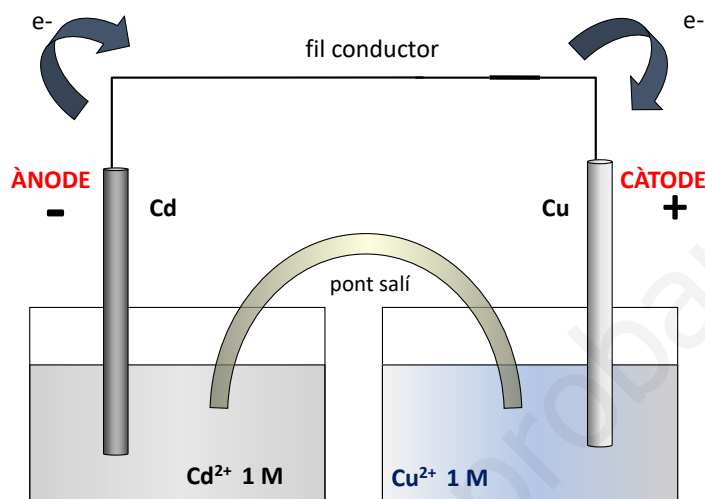
[0,30 p]

- Caldrà disposar de dos vasos de precipitats: en un s'hi posarà la solució de  $\text{Cd}^{2+}$  1 M i s'hi submergirà a mitja alçada una làmina de Cd (ànode, a l'esquerra), l'altre s'omplirà de la solució de  $\text{Cu}^{2+}$  1 M i s'hi submergirà a mitja alçada una làmina de Cu (càtode, a la dreta).
- Es connectaran la làmina de Cd i la de Zn amb un fil conductor.
- El circuit es tancarà col·locant un pont salí: tub que connecta els vasos i que conté una solució aquosa d'un electròlit.



- Dibuix esquemàtic:

[0,25 p]



- Es considera correcte (però no es necessari fer-ho) si es col·loca un voltímetre (potenciostat) en el fil conductor que uneix l'elèctrode de Cd i l'elèctrode de Cu



**Pregunta 7.b)**

Calculem la càrrega produïda

El nombre d'electrons intercanviats en el procés redox és 2 electrons:

[0,10 p]

- Càrrega obtinguda per 2,00 g de Cd

$$2,00 \text{ g de Cd} \cdot \frac{1 \text{ mol Cd}}{112,4 \text{ g Cd}} \cdot \frac{2 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol Cd}} \cdot \frac{9,65 \times 10^4 \text{ C}}{1 \text{ mol } e^-} = 3434,16 \text{ C} \Rightarrow \mathbf{Q = 3434,16 \text{ C}}$$

[0,30 p]

- Hores de funcionament

Sabem que  $Q = I \cdot t$ , i que  $I = 0,02 \text{ A}$

[0,10 p]

Per tant,  $3434,16 \text{ C} = 0,02 \text{ A} \cdot t \text{ (s)}$  i el temps  $t = 3434,16 / 0,02 \text{ A} = \mathbf{171708 \text{ s}}$

[0,40 p]

Passem el temps a hores  $t = 171708 \text{ s} / 3600 \text{ s h}^{-1} = 47,70 \text{ h} \Rightarrow \mathbf{t = 47,70 \text{ h}}$

[0,10 p]

Condicció reacció redox espontània

- Una reacció redox serà espontània quan doni una **FEM positiva ( $E^0 > 0$ )**.
  - *Opcional: si  $E^0 > 0$  la variació d'energia lliure ( $\Delta G^0$ ) serà negativa.*
- Una reacció redox serà espontània si el potencial de l'espècie que es redueix és més gran que el potencial de l'espècie que s'oxida.

$$\Rightarrow \mathbf{E^0 \text{ càtode} > E^0 \text{ ànode}}$$

[0,25 p]

- *Només han de indicar una de les dues explicacions.*