

Proves d'accés a la universitat

Química

Sèrie 1

Qualificació			TR
Qüestions	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
Suma de notes parcials			
Qualificació final			

Etiqueta de l'estudiant

Ubicació del tribunal

Número del tribunal

Etiqueta de qualificació

Etiqueta de correcció

Responeu a QUATRE de les set qüestions següents. En el cas que respongueu a més qüestions, només es valoraran les quatre primeres.

Cada qüestió val 2,5 punts.

1. La taula periòdica ordena els elements químics de nombre atòmic més petit a més gran. S'organitza en set períodes (files), divuit grups o famílies (columnes) i quatre blocs, segons les configuracions electròniques (blocs *s*, *p*, *d* i *f*).

a) Se sap que dos elements, *A* i *B*, tenen els nombres atòmics (*Z*) 11 i 35, però no se sap a quin correspon cadascun. Escriviu les configuracions electròniques dels elements $Z = 11$ i $Z = 35$ i determineu el grup, el període i el bloc dels elements de cadascuna d'aquestes configuracions. Sabem que *A* i *B* formen el compost iònic *AB* i que *A*₂ és un compost covalent. Quin nombre atòmic correspon a *A* i quin correspon a *B*? Justifiqueu la resposta d'acord amb les propietats del bloc a què pertanyen i les configuracions electròniques.

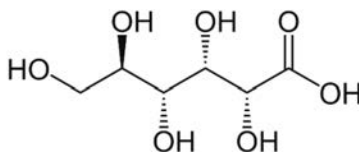
[1,25 punts]

b) Els raigs X i la radiació gamma són qualificats de radiacions ionitzants perquè poden provocar mutacions i originar la formació d'espècies actives en els teixits dels éssers vius. Tenen longituds d'ona (λ) compreses entre 10^{-12} i 10^{-10} m. Definiu el terme *energia d'ionització d'un element* i raoneu quin signe té. Sabent que l'energia d'ionització de l'hidrogen és de 1318 kJ mol^{-1} , es podria ionitzar l'àtom d'hidrogen amb una radiació de longitud d'ona de 6×10^{-11} m?

[1,25 punts]

DADES: Nombre d'Avogadro: $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.
Velocitat de la llum en el buit: $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.
Constant de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.

2. L'àcid glucònic ($\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COOH}$) és un àcid orgànic monopròtic que s'utilitza com a additiu alimentari (E 574) per a corregir l'acidesa. El control del pH dels aliments també té un efecte com a conservant, ja que quan el pH d'un aliment és inferior a 4,5 es pot evitar el creixement de bacteris nocius per a la salut de les persones.



Fórmula química de l'àcid glucònic

- a) Determineu les concentracions en l'equilibri de totes les espècies d'una mostra que conté 3,8 g d'àcid glucònic en 100,0 mL de solució aquosa. Raoneu si en aquesta mostra podran créixer o no els bacteris nocius.

[1,25 punts]

- b) Aquesta solució es valora amb hidròxid de sodi. Escriviu la reacció de valoració i justifiqueu qualitativament si el valor del pH en el punt d'equivalència és àcid, bàsic o neutre. Feu un dibuix del muntatge experimental i enumereu tot el material de laboratori i altres substàncies necessàries per a poder dur a terme la valoració.

[1,25 punts]

DADES: Massa molar de l'àcid glucònic: $(\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COOH}) = 196,16 \text{ g mol}^{-1}$.

Constant d'acidesa de l'àcid glucònic a 25 °C:

$$K_a (\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COOH}) = 1,48 \times 10^{-4}.$$

3. La glucosa ($C_6H_{12}O_6$) és un monosacàrid que es troba en molts aliments i en la sang. En la fabricació del pa és molt important la reacció de fermentació de la glucosa per acció del llevat. En aquesta reacció de fermentació s'obté etanol (C_2H_5OH) i diòxid de carboni (CO_2).



- a) Calculeu l'entalpia estàndard de la reacció de fermentació de la glucosa a 25 °C a partir de les reaccions de combustió de la glucosa i de combustió de l'etanol, si sabem que la combustió d'1,0 mol de glucosa desprèn 2 813 kJ mol⁻¹ a 25 °C i la combustió d'1,0 mol d'etanol desprèn 1367 kJ mol⁻¹ a 25 °C. La reacció de fermentació de la glucosa és endotèrmica o exotèrmica? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

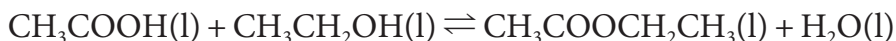
- b) La glucosa és una de les principals fonts d'energia per al cos humà. Determineu de quanta energia de Gibbs estàndard a 25 °C es disposa per a mantenir l'activitat muscular i nerviosa del cos a partir de la combustió d'1,0 mol de glucosa en condicions fisiològiques (la temperatura de la sang en condicions normals és de 36,5 °C). Es tracta d'una reacció espontània en condicions fisiològiques? Justifiqueu la resposta. Considereu que l'entalpia i l'entropia estàndard no varien amb la temperatura.

[1,25 punts]

DADES: Entropies estàndard absolutes a 298 K:

Substància	CO ₂ (g)	O ₂ (g)	H ₂ O(l)	C ₆ H ₁₂ O ₆ (s)
S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	213,8	205,2	70,0	2 121,0

4. L'acetat d'etil (també anomenat *etanoat d'etil*) és un dissolvent orgànic utilitzat àmpliament en diferents sectors industrials, com el de pintures i vernissos, el de cosmètics i perfumeria, l'alimentari, el farmacèutic o el d'adhesius. L'acetat d'etil s'obté principalment mitjançant la reacció d'esterificació de Fisher a partir d'àcid acètic i etanol, en presència d'un catalitzador àcid i calor, segons la reacció següent, en què també s'obté aigua:



Els envasos de l'àcid acètic i de l'etanol se subministren etiquetats amb els pictogrames següents:



Pictograma 1

Pictograma 2

Pictograma 3

Pictograma 4

Àcid acètic

Etanol

- a) Es fan reaccionar 115,0 mL d'etanol amb 1,0 mol d'àcid acètic. Quan la reacció arriba a l'equilibri queden 0,15 mol d'àcid acètic sense reaccionar. Determineu el valor de la constant d'equilibri (K_c) de la reacció. Considereu que el volum de la mescla líquida de reacció es manté constant durant el procés. Indiqueu què representen cadascun dels pictogrames de l'àcid acètic i l'etanol, i quins problemes poden causar.

[1,25 punts]

- b) Per a aconseguir el màxim rendiment en un procés industrial d'obtenció d'acetat d'etil, s'utilitzen principalment dues estratègies:
- realitzar la reacció amb un gran excés d'etanol;
 - anar eliminant l'aigua del recipient de reacció.

Raoneu per què aquestes dues estratègies fan augmentar el rendiment de la reacció. Expliqueu quin efecte tindria sobre el rendiment de la reacció el fet de no utilitzar un catalitzador.

[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.
Densitat de l'etanol: 0,80 g mL⁻¹.

5. Al laboratori disposem de làmines de plata i coure, així com de dues solucions aquoses de concentració 1,00 M, una de sal de nitrat de plata (AgNO_3) i l'altra de sal de nitrat de coure(II) ($\text{Cu(NO}_3)_2$). També disposem del material per a fer un pont salí.

a) Feu el dibuix de la pila que es podria muntar amb els elèctrodes de coure i plata, indicant tot el material necessari. Indiqueu quin dels elèctrodes de la pila funciona com a ànode i quin com a càtode, la seva polaritat i la direcció en què circulen els electrons pel circuit extern. Escriviu les semireaccions i la reacció global.

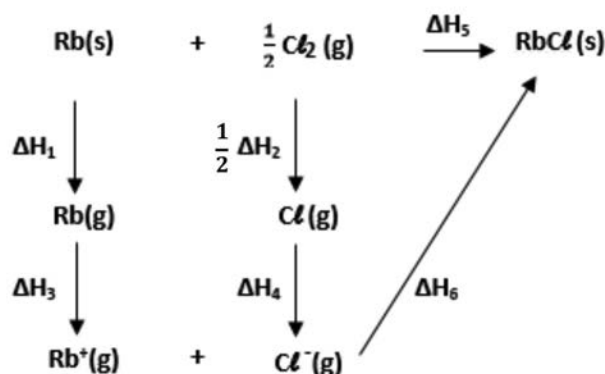
[1,25 punts]

b) Considerant la pila de l'apartat anterior, calculeu la força electromotriu estàndard a 25 °C i escriviu la notació esquemàtica de la pila. Argumenteu si la làmina de coure que actua com a elèctrode augmenta o disminueix de massa a mesura que avança la reacció.

[1,25 punts]

DADES: Potencials estàndard de reducció a 25 °C: $E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$;
 $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$.

6. Les energies reticulars dels compostos iònics són útils per a predir els punts de fusió i les solubilitats en aigua d'aquest tipus de compostos. Per a calcular el valor de l'energia reticular d'un compost iònic com ara el clorur de rubidi, s'utilitza el cicle de Born-Haber:



- a) Escriviu les reaccions corresponents a la primera energia d'ionització del rubidi, l'afinitat electrònica del clor i l'entalpia de formació del clorur de rubidi, i indiqueu quin valor tenen les entalpies de cadascun d'aquests processos. Digueu si, segons la configuració electrònica i el model atòmic de càrregues elèctriques, la primera energia d'ionització del sodi serà més gran o més petita que la del rubidi. Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

- b) Calculeu el valor de l'energia reticular del clorur de rubidi. Raoneu qualitativament, segons la configuració electrònica de cada element i el model atòmic de càrregues elèctriques, si l'energia reticular del fluorur de sodi (NaF) serà més gran o més petita que la del clorur de rubidi. Considereu els valors absoluts de les energies reticulars.

[1,25 punts]

DADES: Entalpies del cicle de Born-Haber del RbCl a 298 K:

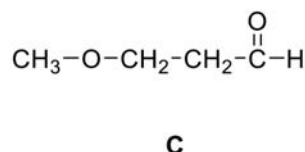
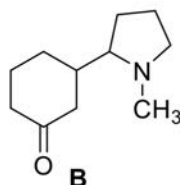
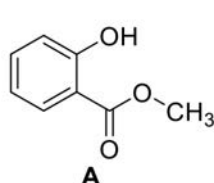
$\Delta H_1 (\text{kJ mol}^{-1})$	$\Delta H_2 (\text{kJ mol}^{-1})$	$\Delta H_3 (\text{kJ mol}^{-1})$	$\Delta H_4 (\text{kJ mol}^{-1})$	$\Delta H_5 (\text{kJ mol}^{-1})$
82	240	403	-349	-435

Nombres atòmics: $Z(\text{F}) = 9$; $Z(\text{Na}) = 11$; $Z(\text{Cl}) = 17$; $Z(\text{Rb}) = 37$.

7. L'infraroig és la part de l'espectre electromagnètic compresa entre les regions visible i de microones. És una radiació poc energètica que només provoca canvis en els nivells d'energia vibracional dels enllaços de les molècules. És a dir, l'energia d'aquesta radiació és capaç de provocar un salt des del nivell fonamental d'energia vibracional fins a un nivell excitat. L'infraroig és la tècnica espectroscòpica ideal per a identificar ràpidament els tipus de grups funcionals presents en un determinat compost orgànic o material.

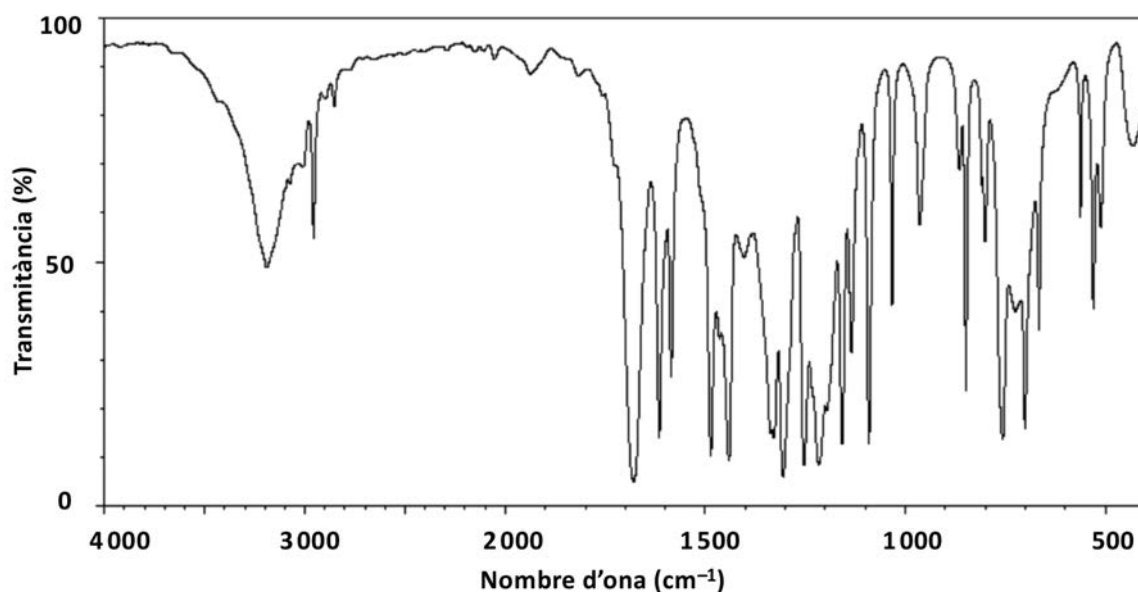
a) Encercleu i anomenau tots els grups funcionals de les molècules A, B i C que s'indiquen a continuació. Dibuixeu les tres molècules A, B i C afegint els parells d'electrons no compartits en els heteroàtoms (àtoms que no són C ni H).

[1,25 punts]



b) A continuació es mostra l'espectre d'infraroig d'una de les molècules (A, B o C) de l'apartat anterior. Raoneu a quina de les tres molècules pertany l'espectre. Indiqueu quin o quins senyals de l'espectre us permeten identificar la molècula i quins senyals serien comuns en les tres molècules.

[1,25 punts]



<i>Dades espectroscòpiques a la regió de l'infraroig</i>	
<i>Enllaç</i>	<i>Interval del nombre d'ona (cm⁻¹)</i>
C—H	2 850-3 000
O—H	3 550-3 200
C=C	1 500-1 650
C=O	1 650-1 750
C—O	1 000-1 300
C—N	1 100-1 250

--	--

--	--

Etiqueta de l'estudiant



Institut
d'Estudis
Catalans



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.]

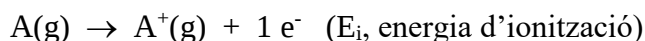
$\Rightarrow$ **B** serà $Z = 11$, metall (metall alcalí) [0,10 p.]



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.]



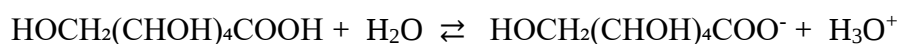
Pregunta 2a

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.]

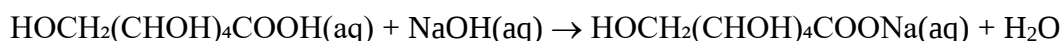
Problema 2b

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

Reacció de valoració

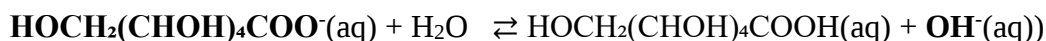


O també:



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 (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 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 OH^- i **serà bàsic** ($\text{pH} > 7$).

[0,40 p.]

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

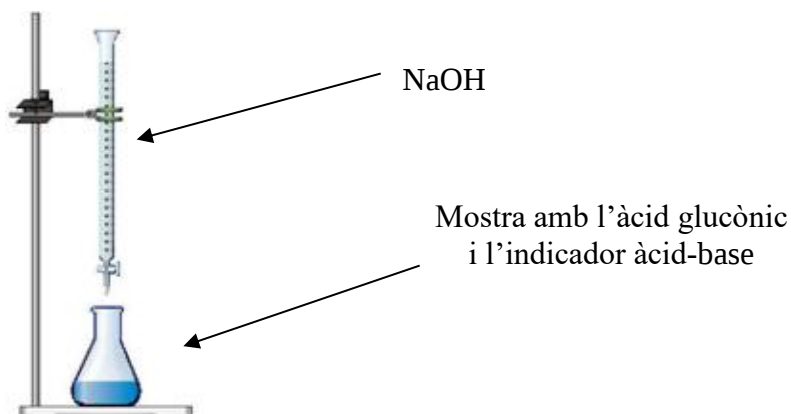
(A part de la mostra que conté àcid glucònic i la solució de NaOH.)

- ✓ 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)



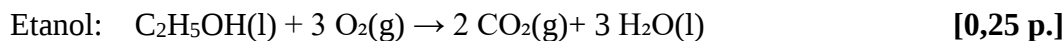
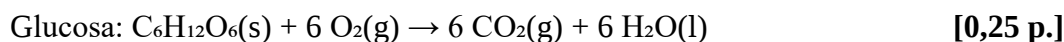
Dibuix del muntatge

[0,20 p.]



Problema 3a

Reaccions de combustió

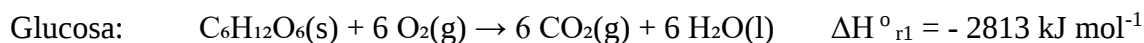


Càlcul de l'entalpia de la reacció de fermentació

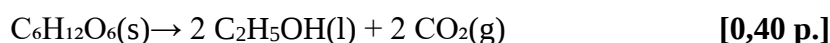
Reaccions

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.

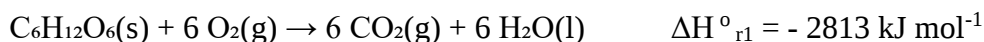
[0,15 p.]



Problema 3b

Càlcul de l'entropia estàndard de la reacció

Reacció de combustió de la glucosa:



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

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

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

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

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

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 ΔG° en J mol^{-1} , canviant les unitats de ΔH° 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

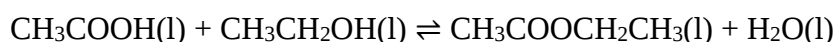
Càlcul dels mols inicials d'etanol

[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.

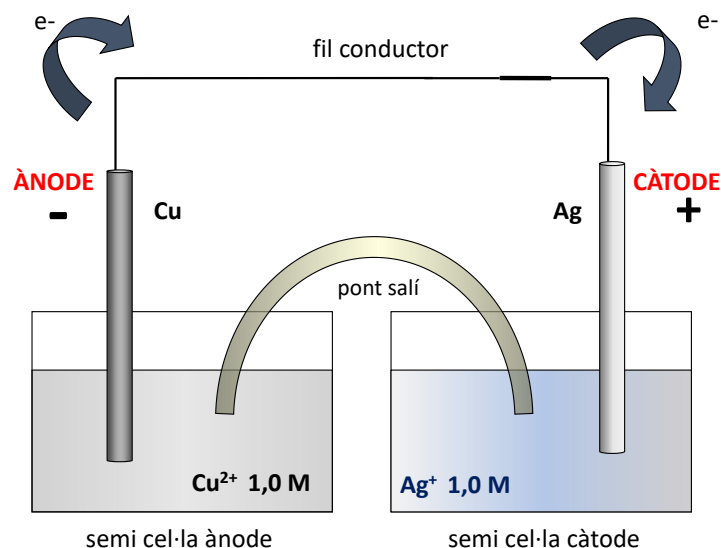
Un catalitzador modifica la cinètica de la reacció (velocitat), però no n'altera l'equilibri. **Els catalitzadors actuen augmentant la velocitat de la reacció**; per tant, la reacció serà més lenta sense catalitzador.

⇒ **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 (Cu^{2+} i 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

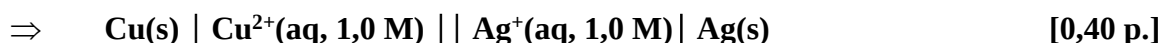
$$E(\text{pila}) = E^0 \text{ càtode} - E^0 \text{ ànode} = 0,80 \text{ V} - (0,34 \text{ V}) = + 0,46 \text{ V}$$

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

- 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

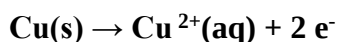
L'ànode s'escriu a l'esquerra i el càtode a la dreta:



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.

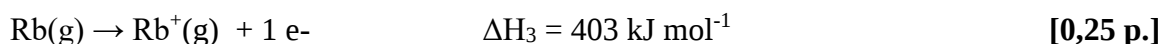
[0,45 p.]



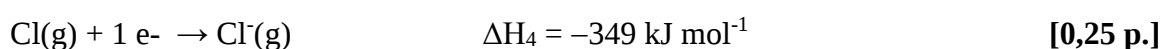
Problema 6a

Reaccions i energies del cicle de Born-Haber

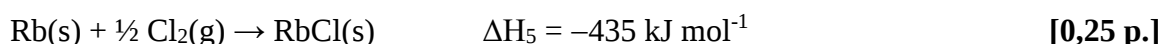
Primera energia d'ionització del rubidi



Afinitat electrònica del clor



Entalpia de formació del clorur de rubidi



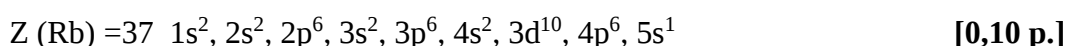
Justifiqueu si la primera energia d'ionització del Na és més gran o petita que la del Rb.

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 (ΔH_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 (ΔH_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 Cl_2 (ΔH_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 (Na^+) < radi del catió rubidi (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 (F^-) < radi de l'anió clorur (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 Na^+ i 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.



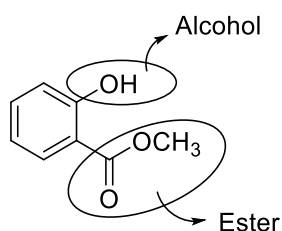
Proves d'accés a la Universitat 2024, convocatòria ordinària. Criteri específic d'avaluació

- *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

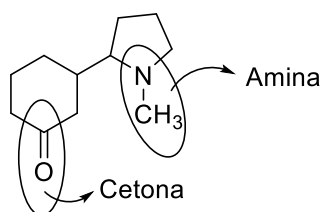
Identificació de grups funcionals



[0,30 p.]

0,15 p. l'alcohol

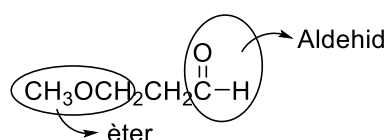
0,15 p. l'èster



[0,30 p.]

0,15 p. cetona

0,15 p. amina



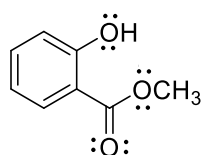
[0,30 p.]

0,15 p. alèhid

0,15 p. èter

Parells d'electrons no compartits

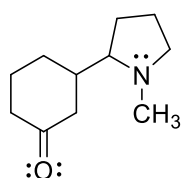
Al ser compostos neutres, els àtoms d'oxigen i nitrogen, per tal de complir l'octet, han de tenir al seu voltant parells d'electrons no compartits.



[0,15 p.]

0,05 p. l'alcohol

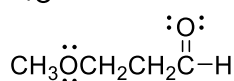
0,10 p. l'èster



[0,10 p.]

0,05 p. amina

0,05 p. cetona



[0,10 p.]

0,05 p. alèhid

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**.

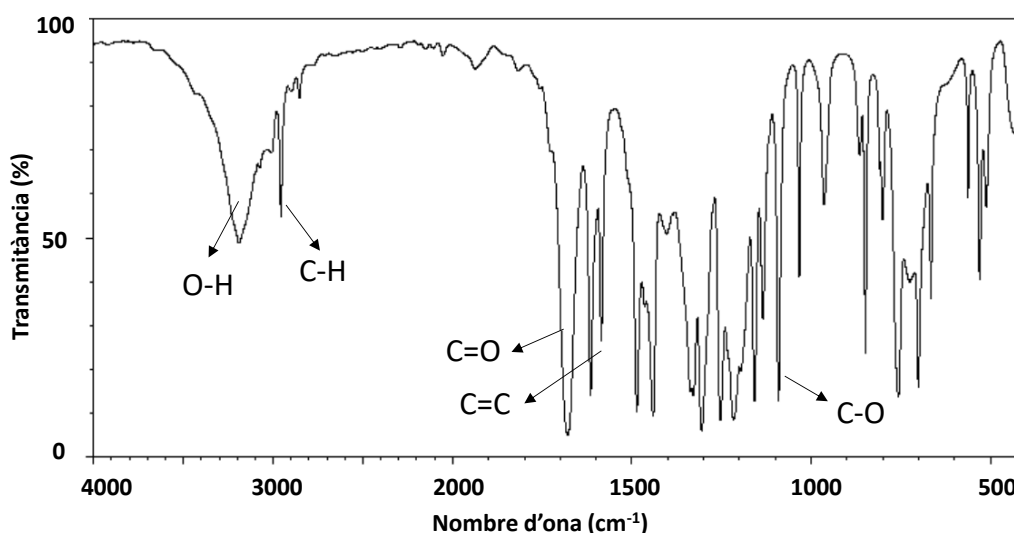
[0,25 p.]

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 cm^{-1})**, **C-H (al voltant de 2.900 cm^{-1})**, **C=O (al voltant de 1.700 cm^{-1})**, **C=C (al voltant de 1.600 cm^{-1})** i **C-O (al voltant de 1.100 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 cm^{-1} , així com el senyal de la **vibració de C=C** al voltant de 1.600 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.]