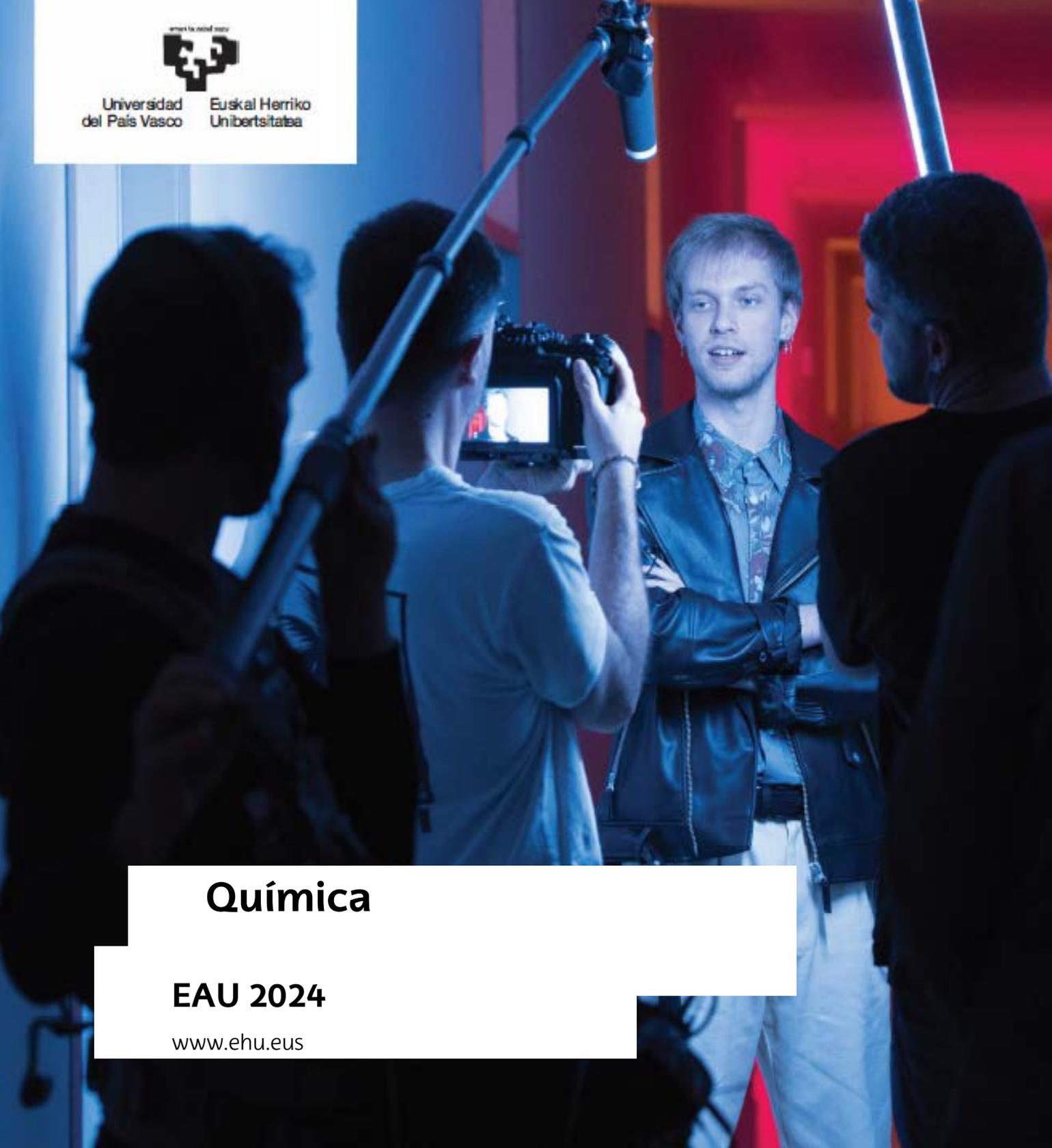




Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

A young man with light hair, wearing a black leather jacket over a patterned shirt and light-colored trousers, stands on a red carpet. He is being filmed by a camera operator whose back is to the viewer. A boom microphone is suspended over him. The scene is lit with blue and red lights, creating a cinematic atmosphere.

**Química**

**EAU 2024**

[www.ehu.eus](http://www.ehu.eus)



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

UNIBERTSITATERA SARTZEKO  
PROBAK

2024ko EZOHIKOA

**KIMIKA**

EVALUACIÓN PARA EL ACCESO  
A LA UNIVERSIDAD

EXTRAORDINARIA 2024

**QUÍMICA**

***Debes responder a CINCO de los siguientes diez ejercicios propuestos.  
No olvides incluir el código en cada una de las hojas de examen.  
No contestes ninguna pregunta en este impreso.***

- Esta prueba escrita se compone de 10 ejercicios.
- Los ejercicios están distribuidos en tres bloques:  
**Bloque A:** consta de 4 problemas de 2,5 puntos, **debes responder 2** de ellos.  
**Bloque B:** consta de 2 cuestiones de 2 puntos, **debes responder a 1** de ellas.  
**Bloque C:** consta de 4 cuestiones de 1,5 puntos, **debes responder a 2** de ellas.
- La calificación máxima (entre paréntesis al final de cada pregunta) la alcanzarán aquellos ejercicios que, además de bien resueltos, estén bien explicados y argumentados, cuidando la sintaxis y la ortografía y utilizando correctamente el lenguaje científico, las relaciones entre las cantidades físicas, símbolos, unidades, etc.
- **En caso de responder a más preguntas de las estipuladas, las respuestas se corregirán en orden hasta llegar al número necesario.**
- Los **datos generales** necesarios para completar todas las preguntas se incluyen conjuntamente en el reverso de esta hoja. Aplica únicamente los datos que necesites en cada caso.
- Los **datos específicos** están en cada pregunta.



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

UNIBERTSITATERA SARTZEKO  
PROBAK

2024ko EZOHIOA

**KIMIKA**

EVALUACIÓN PARA EL ACCESO  
A LA UNIVERSIDAD

EXTRAORDINARIA 2024

**QUÍMICA**

## DATOS GENERALES

Constantes universales y equivalencias de unidades:

$$R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \quad R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

Masas atómicas (uma): H (1,008), Li (6,941), C (12,011), O (15,999), P (30,974), Cl (35,453), K (39,098), Mn (54,938), Ag (107,868).

Números atómicos: H (Z = 1), Na (Z = 11), Mg (Z = 12), Al (Z = 13), Si (Z = 14), P (Z = 15), S (Z = 16), Cl (Z = 17).

Abreviaturas:

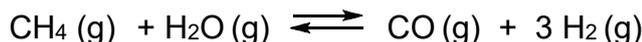
C.N.: Condiciones Normales de presión y temperatura

(aq): disolución acuosa

### BLOQUE A: Problemas

(Consta de cuatro problemas, debes responder a 2 de ellos) **PUNTOS**

**A1.** En un reactor cerrado de 2 L se introducen 0,31 moles de H<sub>2</sub>O y 0,44 moles de CH<sub>4</sub> y la mezcla se calienta a 850 °C. Cuando se alcanza el equilibrio de la reacción, se observa que hay 0,26 moles de CO.

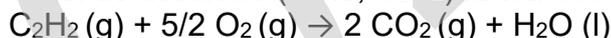


- Calcular las presiones parciales de cada uno de los gases en equilibrio. **(1,00)**
- Calcular las constantes de equilibrio K<sub>p</sub> y K<sub>c</sub>. **(1,00)**
- Predecir si es una reacción endotérmica o exotérmica, si al aumentar la temperatura el equilibrio se desplaza hacia los productos. **(0,50)**

**A2.** La disolución acuosa de ácido hipocloroso 0,01% en masa se emplea como antiséptico en la desinfección de superficies infectadas por virus.

- Calcular la concentración molar del ácido en esa disolución. Considerar que la densidad de la disolución es de 1 g/mL. **(0,50)**
- Determinar el pH de la disolución si la constante de acidez es K<sub>a</sub> = 3,5 · 10<sup>-8</sup>. **(0,75)**
- Escribir la reacción que tendrá lugar frente a una misma cantidad de KOH. ¿Cómo será el pH final (ácido, básico o neutro)? **(0,75)**
- Calcular la constante de basicidad de la base conjugada del ácido hipocloroso. **(0,50)**

**A3.** La combustión de 1 mol de acetileno (etino, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) libera 1301,4 kJ:



- Calcular la entalpía de formación del acetileno gaseoso **(1,00)**
- ¿Cuál es la variación de entalpía del proceso de vaporización (l  $\rightleftharpoons$  g) del acetileno? **(0,50)**
- ¿Cuál es la variación de entropía del proceso de vaporización del acetileno? **(0,50)**
- Determinar la temperatura de ebullición del acetileno considerando que la especie líquida y gaseosa se encuentran en equilibrio. **(0,50)**

Datos: ΔH<sub>f</sub> (kJ mol<sup>-1</sup>): CO<sub>2</sub> (g) = -393,8; H<sub>2</sub>O (l) = -285,8; C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (l) = 210,4  
S (J mol<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>): C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (g) = 227,4 ; C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (l) = 134,8

**A4.** La reacción entre KMnO<sub>4</sub> y KCl se da en ambiente ácido en presencia de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Si E° (MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>/Mn<sup>2+</sup>) = +1,51 V y E° (Cl<sub>2</sub>/Cl<sup>-</sup>) = +1,36 V :



- Indicar la especie oxidante y la reductora. ¿Será la reacción espontánea? **(0,50)**
- Ajustar la reacción molecular por el método del ion-electrón. **(0,50)**
- Calcular la masa de Cl<sub>2</sub> que se obtiene al mezclar 100 mL de una disolución de KMnO<sub>4</sub> 0,5 M y 10 g de KCl, si el rendimiento de la reacción es del 69%. **(1,00)**
- ¿Será espontánea la oxidación del cloruro en ambiente básico sabiendo que el permanganato se reduce a MnO<sub>2</sub>? E° (MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>/MnO<sub>2</sub>) = +0,60 V. **(0,50)**

### BLOQUE B: Cuestiones

(dos cuestiones, responde a 1 de ellas)

**PUNTOS**



**KIMIKA**

**QUÍMICA**

- B1.** El fosfato de plata  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  es una sal insoluble que se empleaba en fotografía.
- a) Si en el punto de saturación y a  $20\text{ }^\circ\text{C}$  se disuelven  $7,4\text{ mg}$  de la sal en un litro de agua, calcular la constante de solubilidad ( $K_s$ ) a esa temperatura **(1,00)**
  - b) Considerando que los fotógrafos preparaban esta sal a partir de nitrato de plata y fosfato de sodio, ¿precipitará  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  al mezclar  $0,5\text{ L}$  de una disolución  $0,02\text{ M}$  de  $\text{AgNO}_3$  con  $0,2\text{ L}$  de una disolución  $0,10\text{ M}$  de  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ? **(1,00)**
- B2.** Se pretende determinar la concentración exacta del ácido acético en el vinagre comercial. Para ello, se toma  $1\text{ mL}$  de vinagre y se emplea una disolución acuosa  $0,08\text{ M}$  de  $\text{NaOH}$  como valorante.
- a) Explicar los pasos necesarios para llevar a cabo la valoración acompañándolo con un dibujo esquemático. **(1,00)**
  - b) Si en el punto de equivalencia se han consumido  $12,5\text{ mL}$  de la disolución de  $\text{NaOH}$ , calcular la concentración de ácido acético y determinar la acidez en vinagre expresándolo en “g ácido acético /  $100\text{ mL}$  disolución”. **(1,00)**

**BLOQUE C: Cuestiones**

(cuatro cuestiones, responde a 2 de ellas)

**PUNTOS**

- C1.** Los investigadores han descubierto los elementos **X**, **Y** y **Z** en un meteorito. Los últimos hallazgos muestran que los átomos presentan 1, 5 y 7 electrones de valencia, respectivamente y en los tres casos, el número de protones está entre 11 y 18.
- a) Escribir las configuraciones electrónicas de los tres átomos y los cuatro números cuánticos del último electrón de valencia del elemento **X**. **(0,50)**
  - b) Ordenar los átomos en orden creciente de radio atómico. **(0,50)**
  - c) Dibujar la estructura de Lewis de la molécula  $\text{YZ}_3$ . ¿Cuál es su geometría molecular? ¿Es polar? **(0,50)**
- C2.** En la electrolisis del  $\text{LiCl}$ , se pasa una corriente de  $4\text{ A}$  durante  $10\text{ h}$  a través de la disolución.
- a) Describir las reacciones que tienen lugar en los electrodos. **(0,75)**
  - b) Calcular cuánto  $\text{Li}$  metálico se forma ( $F = 96500\text{ C mol}^{-1}$ ). **(0,75)**
- C3.** Considera las siguientes sustancias:  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{C}$  (diamante).
- a) Determinar el tipo de enlace presente en cada caso: metálico, iónico, molécula covalente, o red covalente. **(0,50)**
  - b) ¿Cuáles son las interacciones intermoleculares en las especies moleculares? **(0,50)**
  - c) Asignar un punto de fusión a cada sustancia. Razonar la respuesta. **(0,50)**
- |                            |      |   |      |     |
|----------------------------|------|---|------|-----|
| $T_f$ ( $^\circ\text{C}$ ) | 3550 | 0 | 1235 | -86 |
|----------------------------|------|---|------|-----|
- C4.** Partiendo de la molécula butan-1-ol:
- a) Dibujar la fórmula semidesarrollada de un isómero de posición y un isómero de cadena y nombrarlos. **(0,50)**
  - b) El compuesto **A** se puede obtener de la reacción entre el butan-1-ol y un oxidante fuerte. **A** reacciona con el butan-1-ol para dar el compuesto **B**. Identificar los compuestos **A** y **B**, proponer las dos reacciones y nombrar todas las especies orgánicas que participan en ellas. **(1,00)**



## **QUÍMICA (EXTRAORDINARIA 2024)**

### **CRITERIOS GENERALES DE CORRECCIÓN**

1. El alumnado debe reconocer por su símbolo y nombre los elementos de la Tabla Periódica, y saber situar en ella, al menos, los elementos representativos. Deberán ser capaces de reconocer la periodicidad que es característica a la posición de los elementos en la Clasificación Periódica.
2. El alumnado deberá saber nombrar y/o formular, indistintamente, mediante los sistemas usuales, los compuestos químicos sencillos (óxidos, ácidos comunes, sales, compuestos orgánicos sencillos con una única función orgánica. etc.)
3. Si en una cuestión o en un problema se hace referencia a uno o varios procesos químicos, el alumnado deberá ser capaz de escribir estos procesos y ajustarlos adecuadamente. Si no escribe y ajusta correctamente la/s ecuación/es, la cuestión o problema no podrá ser calificado con la máxima puntuación.
4. Cuando sea necesario, se facilitarán las masas atómicas, los potenciales electroquímicos (siempre los de reducción), las constantes de equilibrio, etc. No obstante, el alumno podrá utilizar datos adicionales de conocimiento general.
5. Se valorará positivamente la inclusión de diagramas explicativos, esquemas, gráficas, dibujos, etc. que evidencien madurez de conocimientos químicos. La claridad y coherencia de la expresión, así como el rigor y la precisión en los conceptos involucrados serán igualmente valoradas positivamente.
6. El profesorado específico de la asignatura Química que forma parte de los Tribunales calificadores, en uso de su discrecionalidad, podrá ayudar a resolver las dudas que pudieran suscitarse en la interpretación de los enunciados del examen.
7. Se valorará positivamente la utilización de un lenguaje científico apropiado, la presentación del ejercicio (orden, limpieza), la correcta ortografía y la calidad de redacción. Por errores ortográficos graves, deficiente presentación o redacción, podrá bajarse hasta un punto la calificación.

### **CRITERIOS ESPECIFICOS DE CORRECCION**

1. Son de aplicación específica los criterios generales de corrección antes expuestos.
2. En las cuestiones y problemas la evaluación reflejará claramente si se ha utilizado la nomenclatura y formulación correcta, y si los conceptos involucrados se han aplicado adecuadamente.
3. Se valorará fundamentalmente la coherencia del planteamiento, la aplicación de los conceptos y el razonamiento continuado hasta la consecución de las respuestas, teniendo menor valor las manipulaciones matemáticas que conducen a la resolución del ejercicio. La presentación de una mera secuencia de expresiones matemáticas, sin ningún tipo de razonamiento o explicación, no podrá dar lugar a una puntuación máxima.
4. Se valorará positivamente el uso correcto de unidades, especialmente las correspondientes al S.I. (y derivadas) y las que son habituales en Química. Se penalizará la utilización incorrecta de unidades o su ausencia



## ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN

5. El procedimiento a seguir en la resolución de los ejercicios es libre, no se debería valorar con mayor o menor puntuación el hecho de que se utilicen “factores de conversión”, “reglas de tres”, etc. salvo que en el enunciado se requiera una actuación concreta (p.ej. el método de ión-electrón en el ajuste de reacciones redox). En todo caso, un resultado incorrecto por un error algebraico no debería invalidar un ejercicio. Se penalizarán los resultados manifiestamente incoherentes.

6. En los ejercicios de varios apartados donde la solución obtenida en uno de ellos sea necesaria para la resolución del siguiente, se valorará éste independientemente del resultado del anterior, excepto si el resultado es claramente incoherente.

### ANEXOS

1. Con el único propósito de facilitar la labor de los correctores, se adjuntan las soluciones de los ejercicios de los exámenes en varios anexos.
2. El objeto de los anexos no es ofrecer “exámenes perfectos”, sino recopilar brevemente las respuestas correctas.
3. En los anexos se detallan las puntuaciones máximas que los correctores podrán otorgar a cada ejercicio y cada apartado.



## BLOQUE A. SOLUCIONES (Anexo)

### A1. Solución

[2,50 p]

a) Suponiendo que en el siguiente equilibrio reaccionan  $x$  moles de oxígeno

Inicio	0,44 mol	0,31 mol	0 mol	0 mol
Cambio	- $x$ mol	- $x$ mol	$x$ mol	$3x$ mol
Equilibrio	$(0,44-x)$ mol	$(0,31-x)$ mol	$x$ mol	$3x$ mol

Puesto que hay 0,26 moles de CO en equilibrio,  $x = 0,26$  mol

Moles de  $\text{H}_2$  en equilibrio:  $3x = 3 \cdot 0,26 = 0,78$  mol  $\text{H}_2$

Moles de  $\text{CH}_4$ :  $0,44 - x = 0,44 - 0,26 = 0,18$  mol  $\text{CH}_4$

Moles de  $\text{H}_2\text{O}$ :  $0,31 - x = 0,31 - 0,26 = 0,05$  mol  $\text{H}_2\text{O}$

Por lo tanto, número total de moles en equilibrio:

$$n_T = 0,26 + 0,78 + 0,18 + 0,05 = 1,27 \text{ mol}$$

Conociendo el volumen y la temperatura, se puede calcular la presión total:

$$P_T = \frac{nRT}{V} = \frac{1,27 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1} \cdot (850 + 273) \text{K}}{2 \text{ L}} = 58,47 \text{ atm}$$

De la definición de las presiones parciales,

$$P_p = X_M P_T$$

donde la fracción molar de cada sustancia,  $X_M = \frac{\text{moles de sustancia}}{\text{número total de moles}}$

$$P_{\text{pCO}} = \frac{0,26 \text{ mol}}{1,27 \text{ mol}} \cdot 58,47 \text{ atm} = \mathbf{11,97 \text{ atm.}}$$

$$P_{\text{pH}_2} = \frac{0,78 \text{ mol}}{1,27 \text{ mol}} \cdot 58,47 \text{ atm} = \mathbf{35,91 \text{ atm.}}$$

$$P_{\text{pCH}_4} = \frac{0,18 \text{ mol}}{1,27} \cdot 58,47 \text{ atm} = \mathbf{8,29 \text{ atm}}$$

$$P_{\text{pH}_2\text{O}} = \frac{0,05 \text{ mol}}{1,27} \cdot 58,47 \text{ atm} = \mathbf{2,30 \text{ atm}}$$

[1,00 p]



**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK  
CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**

b) 
$$K_p = \frac{P_{pCO} P_{pH_2}^3}{P_{pCH_4} P_{pH_2O}}$$

$K_p$  sustituyendo los valores en la representación de la constante de equilibrio,

$$K_p = \frac{11,97 \cdot (35,91)^3}{8,29 \cdot 2,30} = 2,91 \cdot 10^4$$

La relación entre  $K_p$  y  $K_c$  viene dada por la expresión:  $K_p = K_c (R \cdot T)^{\Delta n}$

Como  $\Delta n = 2$  y  $T = 273 + 850 = 1123 \text{ K}$

$$K_c = 2,91 \cdot 10^4 / (0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 1123 \text{ K})^2 = \mathbf{3,43}$$

[1,00 p]

c) Según el principio de LeChâtelier, la perturbación de un sistema químico en equilibrio provoca un cambio de su composición que contrarresta dicha alteración. Si al aumentar la temperatura la reacción se desplaza hacia los productos, **la reacción es endotérmica**.

[0,50 p]

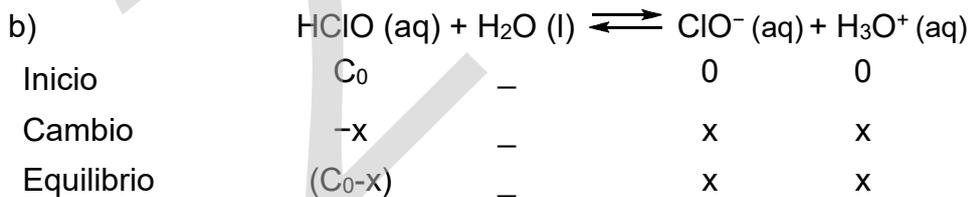
**A2. Solución**

**[2,50 p]**

a) Para pasar de porcentaje en masa a concentración molar, se emplea la masa molar:

$$C_0 = [\text{HClO}] = \frac{0,01 \text{ g HClO}}{100 \text{ g dis.}} \cdot \frac{1 \text{ g dis.}}{10^{-3} \text{ L dis.}} \cdot \frac{1 \text{ mol HClO}}{52,46 \text{ g HClO}} = \mathbf{1,9 \cdot 10^{-3} \text{ M}}$$

[0,50 p]



Si se conoce el valor de  $K_a$ , se puede calcular la concentración de iones hidronio a través de la ley de acción de masas:

$$K_a = \frac{[\text{ClO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HClO}]} = \frac{x^2}{(C_0-x)} \approx \frac{x^2}{C_0} = \frac{x^2}{1,9 \cdot 10^{-3}} = 3,5 \cdot 10^{-8}$$

$$x = 8,15 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

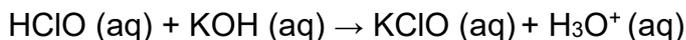
La aproximación es correcta porque se trata de un ácido débil.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log[8,15 \cdot 10^{-6}] = \mathbf{5,1}$$

[0,75 p]



c) La reacción:



El pH de la mezcla será **básico**. La sal KClO proviene de un ácido débil y una base fuerte, por lo que el anión será básico y el catión potasio muy débilmente ácido (no ácido).

[0,75 p]

d) La base conjugada, el ion hipoclorito  $\text{ClO}^-$ (aq), es una base débil.

Para calcular la constante de basicidad:

$$K_a \cdot K_b = 10^{-14} = 3,5 \cdot 10^{-8} \cdot K_b$$

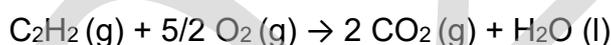
$$K_b = 2,86 \cdot 10^{-7}$$

[0,50 p]

### A3. Solución

[2,50 p]

c) Reacción:



Relacionando la entalpía de la reacción con las entalpías de formación de los reactivos y productos que toman parte en la misma, se puede calcular la entalpía de formación de acetileno gaseoso:

$$\Delta H^0 = \sum n_p \Delta H_{f,p}^0 - \sum n_r \Delta H_{f,r}^0 = 2 \cdot \Delta H_{f,\text{CO}_2}^0 + \Delta H_{f,\text{H}_2\text{O}}^0 - \Delta H_{f,\text{C}_2\text{H}_2}^0 = -1301,4 \text{ kJ/mol}$$

Sustituyendo los valores conocidos de las entalpías de formación,

$$2 \cdot \Delta H_{f,\text{CO}_2}^0 + \Delta H_{f,\text{H}_2\text{O}}^0 - \Delta H_{f,\text{C}_2\text{H}_2}^0 = 2 \cdot (-393,8) + (-285,8) - \Delta H_{f,\text{C}_2\text{H}_2}^0 = -1301,4 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{f,\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})}^0 = 228,0 \text{ kJ/mol}$$

[1,00 p]

b)



A partir del proceso de vaporización y siguiendo la ley de Hess, la entalpía de vaporización se puede calcular usando las entalpías de formación:

$$\Delta H_{\text{vap}}^0 = \Delta H_f^0 (\text{C}_2\text{H}_2, \text{g}) - \Delta H_f^0 (\text{C}_2\text{H}_2, \text{l}) = 228,0 - 210,4 = 17,6 \text{ kJ/mol}$$

Como  $\Delta H > 0$ , se trata de un proceso endotérmico.

[0,50 p]



**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK  
CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**

c) Usando el mismo método para el cálculo de la entropía de vaporización:

$$\Delta S_{\text{vap}}^0 = S^0(\text{C}_2\text{H}_2, \text{g}) - S^0(\text{C}_2\text{H}_2, \text{l}) = 227,4 - 134,8 = \mathbf{92,6 \text{ J/mol K}}$$

Como  $\Delta S > 0$ , el desorden del sistema aumenta. Este hecho está en buen acuerdo con la formación de un gas en el proceso de vaporización.

[0,50 p]

d) Si  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  y sabiendo que en equilibrio se tiene que cumplir que  $\Delta G = 0$ ,

$$T_{\text{ebullición}} = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{17,6 \cdot 10^3 \text{ Jmol}^{-1}}{92,6 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}} = \mathbf{190 \text{ K}}$$

[0,50 p]

**A4.Solución**

**[2,50 p]**

a) El  $\text{Cl}^-$  se oxida porque su estado de oxidación pasa de  $1-$  a  $0$ . Por lo tanto, es la **especie reductora**.

El  $\text{MnO}_4^-$  se reduce porque su estado de oxidación pasa de  $7+$  a  $2+$ . Por lo tanto, es la **especie oxidante**.

Para que la reacción sea espontánea,  $E^0 > 0$ :

$$E_{\text{reacción}}^0 = E_{\text{reducción}}^0 - E_{\text{oxidación}}^0 = 1,51 \text{ [V]} - 1,36 \text{ [V]} = 0,15 \text{ V} > 0 \quad \mathbf{ESPONTÁNEA}$$

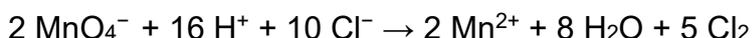
b) Semireacciones en ambiente ácido:



Multiplicando la primera por dos (x 2) y la segunda por cinco (x5) para que el número de electrones que se intercambian sea el mismo:



Si se suman, se obtiene la reacción iónica ajustada:



Por lo tanto, la reacción molecular:



[0,50 p]



c) Primero se determina cuál es el reactivo limitante:

**KMnO<sub>4</sub>**

$$0,1 \text{ L KMnO}_4 \cdot \frac{0,5 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,05 \text{ mol KMnO}_4$$

**KCl**

$$10 \text{ g KCl} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{74,55 \text{ g}} = 0,134 \text{ mol KCl}$$

Según la estequiometría de la reacción se necesitan

$$0,13 \text{ mol KCl} \frac{2 \text{ mol KMnO}_4}{10 \text{ mol KCl}} = 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol KMnO}_4 < 0,05 \text{ mol KMnO}_4$$

Y tenemos muchos más. Por lo tanto, el reactivo limitante es el KCl.

Por último, se calcula la masa de Cl<sub>2</sub> (M = 70,91 g/mol) considerando el rendimiento de la reacción:

$$0,134 \text{ mol KCl} \frac{5 \text{ mol Cl}_2}{10 \text{ mol KCl}} \cdot \frac{70,91 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{69}{100} = 3,28 \text{ g Cl}_2$$

[1,00 p]

d) Se calcula el potencial de reducción estándar en ambiente básico:

$$E_{\text{reacción}}^0 = E_{\text{reducción}}^0 - E_{\text{oxidación}}^0 = 0,60 \text{ [V]} - 1,36 \text{ [V]} = -0,76 \text{ V} < 0$$

**NO ESPONTÁNEA**

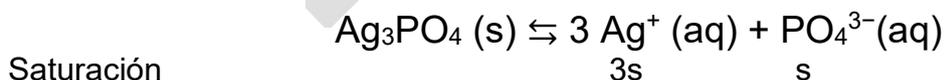
[0,50 p]

## BLOQUE B: SOLUCIONES (Anexo)

### B1. Solución

[2,00 p]

a) El equilibrio de solubilidad es:



Se calcula el número de moles de sal disuelta en un litro de disolución, sabiendo que, M(Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) = 418,58 g/mol:

$$0,0074 \text{ g Ag}_3\text{PO}_4 \frac{1 \text{ mol}}{418,57 \text{ g}} = 1,77 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \rightarrow 1,77 \cdot 10^{-5} \text{ M Ag}_3\text{PO}_4 = \text{s}$$

$$K_{\text{ps}} = [\text{Ag}^+]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}] = (3\text{s})^3 \cdot \text{s} = (3 \cdot 1,77 \cdot 10^{-5})^3 \cdot 1,77 \cdot 10^{-5} = 2,64 \cdot 10^{-18}$$

[1,00 p]



**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK  
CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**

b) Los moles de iones fosfato y plata aportados por cada disolución son:

$$\text{Moles de PO}_4^{3-} = M \cdot V = 0,1 \text{ M} \cdot 0,2 \text{ L} = 0,02 \text{ mol};$$

$$\text{Moles de Ag}^+ = M \cdot V = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,01 \text{ mol};$$

Considerando los volúmenes aditivos ( $V = 0,5 + 0,2 = 0,7 \text{ L}$ ), la concentración de cada ion en la nueva disolución es:

$$[\text{PO}_4^{3-}] = \frac{n_{\text{PO}_4^{3-}}}{V_{\text{dis}}} = \frac{0,02 \text{ mol}}{0,7 \text{ L}} = 2,86 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{Ag}^+] = \frac{n_{\text{Ag}^+}}{V_{\text{dis}}} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,7 \text{ L}} = 0,014 \text{ M}$$

Calculando el producto iónico  $Q$  y comparándolo con el producto de solubilidad  $K_s$ , se comprueba si se produce o no precipitación

$$Q = [\text{Ag}^+]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}] = (0,014)^3 \cdot 2,86 \cdot 10^{-2} = 7,85 \cdot 10^{-8}$$

El valor de  $Q$  es mucho mayor que el valor de  $K_s$  del sulfato de bario ( $2,64 \cdot 10^{-18}$ ) por lo que deducimos que **se produce precipitación**.

[1,00 p]

**B2. Solución**

[2,00p]

a) Se considera que el único ácido presente en el vinagre es el ácido acético. Para determinar la concentración de la disolución de ácido acético, se seguirían los siguientes pasos:

1. Introducir 1 mL de la disolución de CH<sub>3</sub>COOH (vinagre) en el matraz Erlenmeyer donde se va a valorar y diluirlo con agua (p ej. hasta 20 mL).

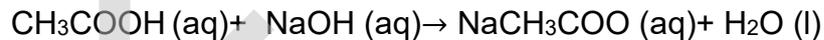
2. Llenar, aforando, una bureta con la disolución 0,08 M de NaOH.

3. Añadir un indicador ácido-base a la disolución de CH<sub>3</sub>COOH contenida en el matraz Erlenmeyer. Como se trata de una valoración ácido débil-base fuerte, se pueden utilizar unas gotas de fenolftaleína como indicador. La fenolftaleína en medio ácido permanecerá incolora.

4. Agitando la disolución contenida en el matraz Erlenmeyer continuamente, se va adicionando desde la bureta la disolución de NaOH gota a gota.



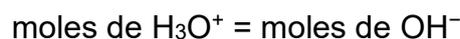
A medida que se añade la base NaOH se produce la neutralización del CH<sub>3</sub>COOH según la ecuación global:



El proceso de adición de la base se continúa hasta que el indicador, la fenolftaleína, vira de incoloro hasta el color rosa persistente. En ese momento se da por terminada la valoración, anotándose el volumen de NaOH de concentración conocida que se ha gastado. A partir de este valor se realizan los cálculos necesarios.

[1,00p]

b) En el punto de equivalencia tenemos que:



Si al llegar al punto final de la valoración se han consumido 12,5 mL de NaOH 0,08M:

$$0,08 \text{ M} \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 10^{-3} \text{ moles de NaOH}$$



y como este número de moles proviene de 1 mL de disolución, la concentración del ácido es:

$$M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 10^{-3} \text{ mol} / 10^{-3} \text{ L} = 1 \text{ M}$$

Para calcular la acidez en unidades de “g de ácido acético / 100 mL disolución”:

$$\text{En 1L de vinagre, } 1 \text{ mol CH}_3\text{COOH} \cdot \frac{60,05 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 60,05 \text{ g CH}_3\text{COOH}$$

por lo que en 100 mL, **acidez = 6 g CH<sub>3</sub>COOH / 100 mL vinagre = 6°**

[1,00p]

### BLOQUE C: SOLUCIONES (Anexo)

#### C1. Solución

[1,50 p]

a) El número de electrones de valencia coincide con el grupo de la Tabla Periódica a la que pertenece el elemento y el número de protones indica que todos son elementos del 3er periodo:

Configuración electrónica del elemento **Z**:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  ( $Z = 17 - \text{Cl}$ )

Configuración electrónica del elemento **Y**:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$  ( $Z = 15 - \text{P}$ )

Configuración electrónica del elemento **X**:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  ( $Z = 11 - \text{Na}$ )

Números cuánticos del electrón situado en el orbital 3s:

$$n = 3$$

$$l = 0$$

$$m = 0$$

$$s = \frac{1}{2} \text{ o } -\frac{1}{2}$$

Es decir,  $(3, 0, 0, \frac{1}{2})$  o  $(3, 0, 0, -\frac{1}{2})$ .

[0,50 p]

b) El radio atómico disminuye a medida que nos movemos de izquierda a derecha en un mismo periodo de la Tabla Periódica debido a que aumenta la carga nuclear efectiva. Por otra parte, aumenta según bajamos en un mismo grupo debido a que se van añadiendo nuevas capas  $n$ . Por tanto, en general, la variación global se puede describir como: aumento hacia la izquierda y hacia abajo. Es decir, el mayor radio atómico es el del elemento Z, y por lo tanto, si atendemos al **radio atómico**,  $X > Y > Z$

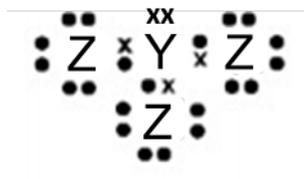
(Radio atómico, Na = 190 pm, P = 98 pm, Cl = 79 pm).

[0,50 p]

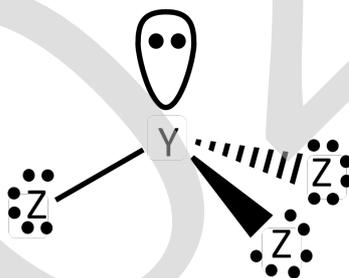


**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK  
CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**

c)  $YZ_3$  ( $PCl_3$ ): molécula covalente formado por dos no-metales. A partir de las configuraciones electrónicas indicadas previamente, la estructura de Lewis sería:



Según la TRPECV, los pares de electrones de la capa de valencia del átomo central se ordenan de forma que la separación entre ellos sea la máxima y poder minimizar así las repulsiones interelectrónicas. En esta molécula el átomo de Y presenta cinco electrones en la capa más externa, de los cuales comparte tres con tres átomos de Z. De esta forma, se establecen, tres enlaces covalentes sencillos (tres pares de electrones enlazantes) y quedan otros dos electrones, es decir, un par electrónico no-enlazante/solitario sin compartir. Por tanto, tres pares enlazantes y uno no-enlazante, resultan en una distribución electrónica tetraédrica alrededor del átomo central con un ángulo teórico de enlace de  $109,5^\circ$ . Sin embargo, la geometría molecular es **piramidal** y la repulsión que ejercen el par de electrones no-enlazante hace que el **ángulo sea algo menor que el del tetraedro ideal** ( $< 109,5^\circ$ ); en este caso concreto de  $107^\circ$ .



El enlace Y–Z es polar porque la electronegatividad de los dos átomos es distinta. En esta geometría como los momentos dipolares no se anulan, la **molécula es polar**.

[0,50 p]

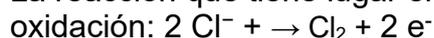
**C2. Solución**

**[1,50 p]**

a) La reacción que tiene lugar en el cátodo de la celda electrolítica es:



La reacción que tiene lugar en el ánodo de la celda electrolítica es:



Reacción global:



[0,75 p]



**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK  
CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**

b) Calculamos en primer lugar la carga que ha circulado por la cuba electrolítica:

$$Q = I \cdot t = 4 \text{ A} \cdot 10 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h} = 144000 \text{ C}$$

De forma que, usando la constante de Faraday, calculamos la cantidad de Li metálico depositado (moles y masa):

$$n_{\text{Li}} = 144000 \text{ C} \cdot \frac{1 \text{ mol e}^- \cdot 1 \text{ mol Li}}{96500 \text{ C} \cdot 1 \text{ mol e}^-} = 1,5 \text{ mol Li}$$

$$m_{\text{Li}} = 1,5 \text{ mol} \cdot \frac{6,941 \text{ g Li}}{1 \text{ mol Li}} = 10,41 \text{ g Li}$$

[0,75 p]

**C3. Solución**

[1,50 p]

	Cu <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> S	C(diamante)	
	Metal + no-metal	No-metal + no-metal	No-metal + no-metal	No-metal	
a) Tipo de enlace	Iónico	Molécula covalente	Molécula covalente	Red covalente	[0,50 p]
b) Fuerzas intermoleculares	-	Enlace de hidrogeno	Fuerzas de Van der Waals: Interacción dipolo-dipolo	-	[0,50 p]
c) T <sub>f</sub> (°C)	1235	0	86	3550	[0,50 p]

La asignación se hace en base a la interacción que hay que romper en el proceso de fusión:

Diamante: red covalente tridimensional. Cada átomo de C se une a otros cuatro mediante enlace covalente. Interacción que hay que romper en el proceso de fusión: enlace covalente.

Cu<sub>2</sub>O: compuesto iónico tridimensional formado por los iones Cu<sup>+</sup> y O<sup>2-</sup>. Interacción que hay que romper en el proceso de fusión: enlace iónico.

H<sub>2</sub>O: molécula covalente. Presenta geometría angular. Es polar. presenta un átomo de H unido a un átomo muy electronegativo como el O, por lo que se establecerán enlaces



**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK  
CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**

de hidrógeno entre las moléculas. Interacción que hay que romper en el proceso de fusión: enlace de hidrógeno.

H<sub>2</sub>S: molécula covalente. Presenta geometría angular. Es polar. No se formarán enlaces de hidrógeno porque el S no es suficientemente electronegativo. Interacción que hay que romper en el proceso de fusión: Fuerzas de Van der Waals. Interacción dipolo-dipolo.

**C4 Solución**

**[1,50 p]**

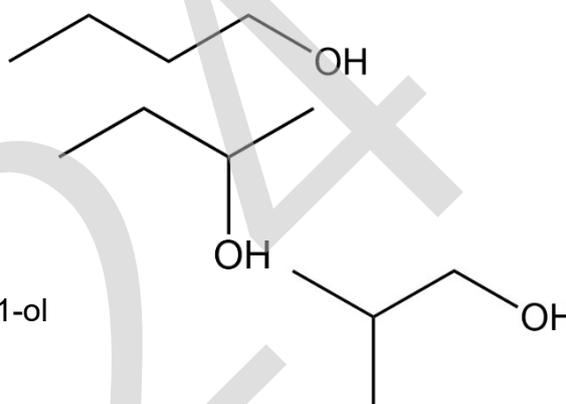
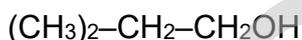
a) Butan-1-ol



Isómero de posición: Butan-2-ol

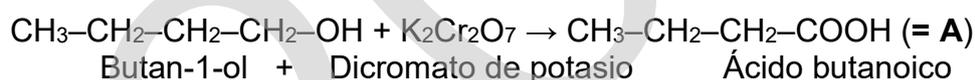


Isómero de cadena: 2-metilpropan-1-ol

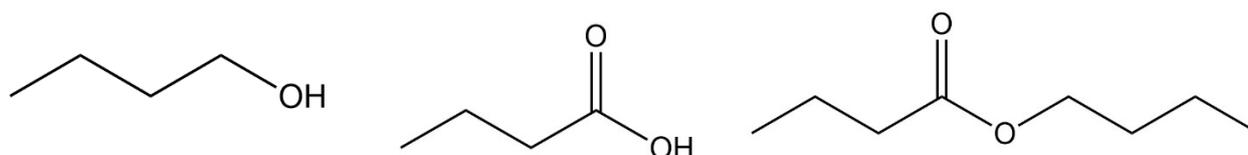
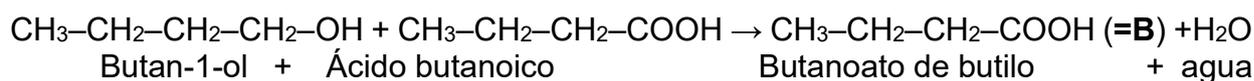


*[0,50 p]*

b) En presencia de un oxidante fuerte (por ej. CrO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, KMnO<sub>4</sub>...), el alcohol primario se oxida a ácido carboxílico:



De la reacción de esterificación entre un ácido carboxílico y un alcohol primario se forma un éster:



*[1,00 p]*