

A.1 Considere los elementos aluminio y magnesio

- Las conjuraciones electrónicas de ambos elementos son:
- Justifique qué elemento presenta mayor radio atómico
- Explique si la segunda energía de ionización del aluminio es mayor, igual o menor que la primera.
- Sabiendo que la primera energía de ionización del magnesio es $738,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Razone si es posible ionizar un mol de átomos de magnesio gaseosos con una energía de 500 kJ.

a) Al: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ Mg: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

- Teniendo en cuenta que ambos elementos están en el mismo periodo, el radio del magnesio es mayor que el del aluminio ya que el Al tiene más protones en el núcleo y por tanto también es mayor la carga nuclear y eso hace que la atracción por los electrones más externos sea más efectiva y por esa razón el átomo de aluminio tendrá un radio menor.
- La energía de ionización es la energía necesaria para separar un electrón en su estado fundamental de un átomo de un elemento en estado gaseoso.
Por tanto, la segunda energía de ionización es mayor que la primera puesto que en la primera energía de ionización se arranca un electrón del nivel 3p (menos atraído al núcleo), y con la segunda energía de ionización el electrón arrancado está en un orbital 3s (más atraído al núcleo) y además la carga del núcleo es la misma en ambos casos.
- Puesto que para ionizar un mol de átomos es necesaria una energía de 738,1 kJ, una energía de 500 kJ no es suficiente para producir la ionización.

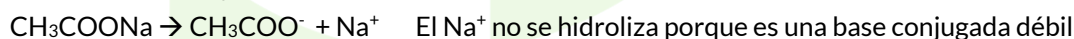
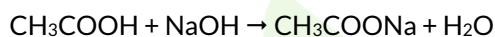
A.2 Justifique si el pH de las siguientes disoluciones acuosas es ácido, básico o neutro. Escriba las reacciones correspondientes y realice cálculos sólo cuando lo considere necesario.

- 100 mL de ácido acético 0,2 M + 150 mL de hidróxido de sodio 0,2 M
- Amoniaco
- 100 mL de ácido clorhídrico 0,2 M + 150 mL de hidróxido de sodio 0,2 M
- Hipobromito de sodio

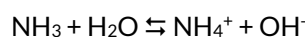
Datos: K_a (ácido acético) = $1,8 \cdot 10^{-5}$; K_a (ácido hipobromoso) = $2,3 \cdot 10^{-9}$; K_b (amoniaco) = $1,8 \cdot 10^{-5}$

a) $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0'1 \cdot 0'2 = 0'02 \text{ moles}$ $n(\text{NaOH}) = 0'15 \cdot 0'2 = 0'03 \text{ moles}$

El ácido acético es un ácido débil mientras que el hidróxido de sodio es una base fuerte, luego de los conjugados que se forman solo la base conjugada del ácido acético podrá hidrolizarse y por tanto nos dará un pH básico.



- El amoniaco es una base débil que da un **pH básico**

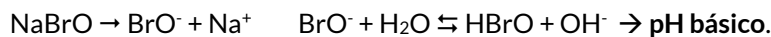


- $n(\text{HCl}) = 0'1 \cdot 0'2 = 0'02 \text{ moles}$ $n(\text{NaOH}) = 0'15 \cdot 0'2 = 0'03 \text{ moles}$



El HCl es un ácido fuerte y el NaOH es una base fuerte también lo que nos puede hacer pensar que llegan a neutralizarse por completo y el pH es neutro, pero en este caso, como hay más moles de base que de ácido, la disolución contará con 0'01 moles más de NaOH y por tanto el **pH es básico**.

- d) El hipobromito de sodio de sodio es una sal que se disocia en catión sodio y anión hipobromito. El hipobromito es una base que por hidrólisis puede regenerar su ácido débil conjugado, descendiendo la concentración de iones H_3O^+ y haciendo que el pH sea básico. El catión sodio no sufre hidrólisis por provenir de una base fuerte.



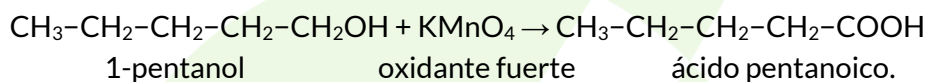
A.3 Formule las reacciones propuestas. Indique de que tipo son y nombre los productos orgánicos obtenidos.

- Buten-2-eno + H_2 /catalizador \rightarrow
- Pentan-1-ol + KMnO_4 (oxidante fuerte) \rightarrow
- 2 - clorobutano + hidróxido de sodio (acuoso) \rightarrow
- Ácido propanoico + metanol (medio ácido) \rightarrow

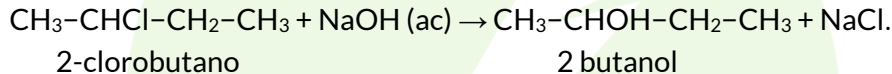
- a) Se trata de una reacción de adición, en este caso también se podría decir que es una hidrogenación.



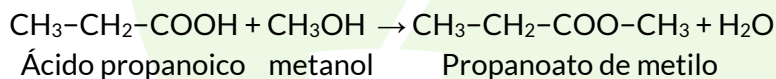
- b) Se trata de una reacción de oxidación de un alcohol primario.



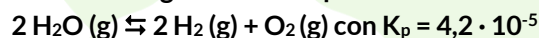
- c) Se trata de una reacción de sustitución.



- d) Se trata de una reacción de condensación, en este caso una esterificación.



A.4 A 2600 K se introduce 1 mol de agua en un recipiente vacío de 100 L alcanzándose el siguiente equilibrio:



- Calcule K_c
- Calcule el número de moles de O_2 en el equilibrio
- Justifique como se modifica el equilibrio al aumentar la presión total por disminución de volumen.

Dato: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

$$\text{a) } K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}; \quad K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{4,2 \cdot 10^{-5}}{(0,082 \cdot 2600)} = 1,97 \cdot 10^{-7}$$

- b) El balance de materia es el siguiente:

	$2 \text{H}_2\text{O}$	\rightleftharpoons	2H_2	+	O_2
<i>Inicialmente</i>	1				
<i>Reacciona</i>	$2x$				
<i>Se forma</i>			$2x$		x
<i>Equilibrio</i>	$1-2x$		$2x$		x

Donde podemos asegurar que $K_C = \frac{|H_2|^2|O_2|}{|H_2O|}$ si además razonamos que para el valor tan pequeño de K_c el término $(1-2x)$ es prácticamente igual a 1. Tenemos que:

$$K_C = \frac{\left(\frac{2x}{100}\right)^2 \cdot \left(\frac{x}{100}\right)}{\left(\frac{1-2x}{100}\right)^2} = \frac{4x^3}{100}$$

Donde $x = \sqrt[3]{\frac{K_C}{4}} \cdot 100 = 1,7 \cdot 10^{-2}$ mol de oxígeno en el equilibrio.

- d) Si la presión aumenta, el sistema sufre una perturbación. Según el principio de Le Châtelier, un descenso de la presión hace que el volumen aumente y por tanto la reacción se desplaza hacia donde menos moles gaseosos hay, es decir hacia la izquierda (formación de los reactivos).

A.5 Responda las siguientes cuestiones:

- a) Se construye una pila galvánica con los electrodos Zn^{2+}/Zn y Fe^{2+}/Fe . Escriba las semirreacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo y calcule el potencial.
 b) Se tratan 317'5 g de Zinc de 90% de riqueza en masa, con una disolución de ácido nítrico diluido. Ajuste la reacción y calcule los litros de hidrógeno que se obtienen a 25°C y 1 atm, si el rendimiento es del 80%.

Datos. $E^\circ(V)$: $Zn^{2+}/Zn = -0'76$, $Fe^{2+}/Fe = -0'44$, $R = 0'082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Masa atómica: $Zn = 65'4$

- a) La pila queda construida según la siguiente tabla:

Tipo de reacción	Semireacciones						Potencial (V)	Celda	
<i>Oxidación</i>			Zn	→	Zn ²⁺	+	2e ⁻	0,76	Ánodo
<i>Reducción</i>	Fe ²⁺	+	2e ⁻	→	Fe			-0,44	Cátodo
<i>Global</i>	Fe ²⁺	+	Zn	→	Zn ²⁺	+	Fe	0,32	Pila

- b) La reacción que tiene lugar es $Zn + 2 HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2$

Los moles que se producen de hidrógeno son los mismo que hay de zinc, por lo tanto, vamos a calcularlos.

La masa pura de Zn que hay es $g(Zn) = 317'5 \cdot 0'9 = 285'75$ g puros

Los moles: $n(Zn) = \frac{285'75g}{65'4 \text{ g/mol}} = 4'37$ moles de Zn y como la reacción transcurre mol a mol habrá 4'37 moles de hidrógeno.

Aplicando la ecuación de los gases ideales: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

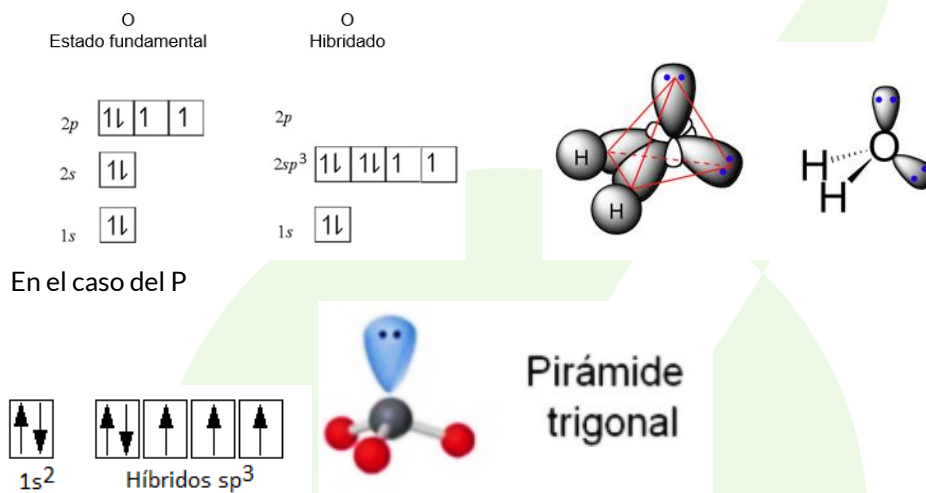
$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{4'37 \text{ mol} \cdot 0'082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 106'8 \text{ L}$$

Si aplicamos la fórmula del rendimiento: $R = \frac{V_{\text{experimental}}}{V_{\text{teórico}}} \cdot 100\%$

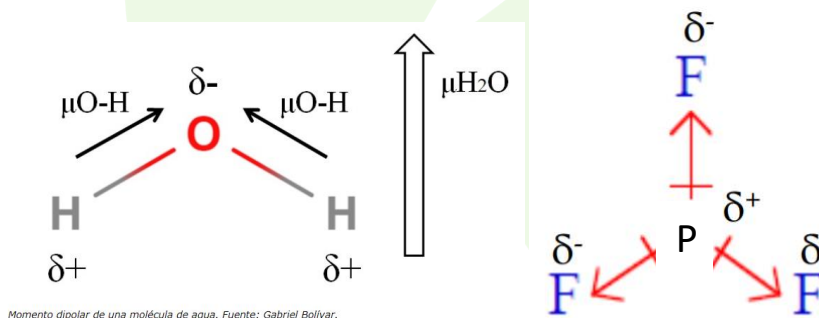
un 80% de rendimiento $V_{\text{experimental}} = 106'8 \cdot 0'8 = 85'4 \text{ L}$

B.1 Para las moléculas H₂O y PF₃

- Justifique el número de pares de electrones enlazantes y los pares libres del átomo central
 - Indique la hibridación que presenta el átomo central y su geometría
 - Explique su polaridad
 - Indique el tipo de fuerzas intermoleculares
- a) En el caso del agua el átomo central es el oxígeno que tiene 6 e⁻ en su última capa. Este átomo tiene dos pares de electrones enlazantes (cada par enlaza con un hidrógeno) y dos pares de electrones no enlazantes. Para el caso del trifluoruro de fósforo el átomo central es el fósforo que tiene 5 e⁻ en su última capa, de ellos, 3 pares de electrones son enlazantes (cada uno enlaza con un átomo de flúor) y un par de electrones no enlazante.
- b) Ambos compuestos tienen una hibridación en su átomo central sp³ puesto que en total tienen 4 pares de electrones. La geometría del agua es angular. La geometría del trifluoruro de fósforo es de una pirámide trigonal.



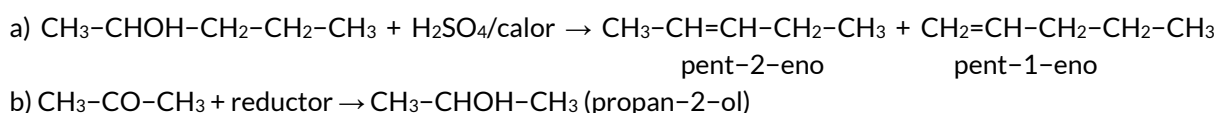
- c) Los dos son polares ya que por su geometría, los momentos dipolares son distintos de cero.



- d) El H₂O tiene enlace de hidrógeno, fuerzas dipolo-dipolo y fuerzas de dispersión (fuerzas de London). El PF₃ tiene fuerzas dipolo-dipolo y fuerzas de dispersión

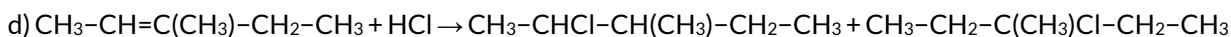
B.2 Formule y nombre los reactivos y todos los productos orgánicos de las siguientes reacciones:

- Deshidratación de pentan-2-ol con ácido sulfúrico y calor
- Reducción de propanona
- CH₃-CHOH-CH₃ + CH₃-COOH →
- CH₃-CH=C(CH₃)-CH₂-CH₃ + HCl →





propan-2-ol ácido etanoico o acético → etanoato de metiletilo o acetato de metiletilo



3-metilpent-2-eno

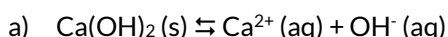
2-cloro-3-metilpentano

3-cloro-3-metilpentano

B.3 Una disolución saturada de hidróxido de calcio presenta una solubilidad de $0,96 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

- Formule el equilibrio de solubilidad, indicando el estado de cada especie
- Calcule el producto de solubilidad de hidróxido de calcio
- Calcule el pH de la disolución
- ¿Cómo afecta a la solubilidad del hidróxido de calcio un aumento de pH?

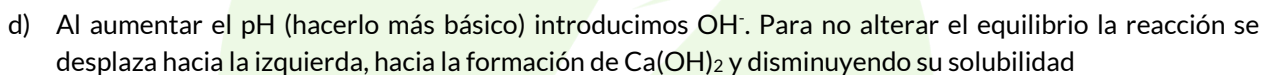
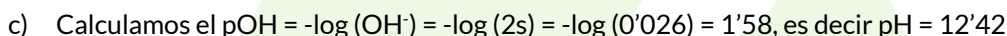
Datos. Masas atómicas: H = 1; O = 16; Ca = 40,1



	Ca(OH)_2	\rightleftharpoons	Ca^{2+}	+	OH^-
Inicialmente					
Reacciona	No interviene				
Se forma			s		2s
Equilibrio				s	

Sabiendo que s debe estar en unidades de molaridad.

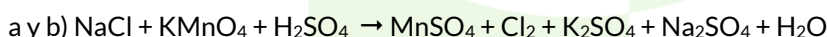
$$s = \frac{0,96 \text{ g}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{74 \text{ g}} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ M} \text{ por lo que } K_{ps} = 4(0,013)^3 = 8,8 \cdot 10^{-6}$$



B.4 Se hace reaccionar una disolución de cloruro de sodio con permanganato de potasio en medio ácido sulfúrico obteniéndose sulfato de manganeso (II), cloro, sulfato de potasio, sulfato de sodio y agua.

- Ajuste por el método del ion-electrón las semirreacciones de oxidación y reducción que tienen lugar, e indique la especie que actúa como oxidante y la que actúa como reductora
- Ajuste las reacciones iónica y molecular global.
- Calcule la masa, en kg, de cloruro de sodio necesaria para obtener 1 m^3 de cloro, medido a 750 mm Hg y 30°C , sabiendo que el rendimiento de la reacción es del 80 %

Datos. Masas atómicas: Na = 23; Cl = 35; R = $0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$



Tipo de reacción	Semireacciones								Celda		
Reducción	5e^-	+	8H^+	+	MnO_4^-	\rightarrow	Mn^{2+}	+	$4 \text{H}_2\text{O}$	(x2)	Cátodo
Oxidación					2Cl^-	\rightarrow	Cl_2	+	2e^-	(x5)	Ánodo
Reacción iónica	16H^+	+	2MnO_4^-	+	10Cl^-	\rightarrow	2Mn^{2+}	+	$8 \text{H}_2\text{O}$	5Cl_2	
Reacción molecular	$10 \text{NaCl} + 2 \text{KMnO}_4 + 8 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{MnSO}_4 + 5 \text{Cl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5 \text{Na}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$										

La especie reductora será el NaCl, el oxidante por lo tanto es KMnO_4

- c) En primer lugar, cambiamos a las unidades adecuadas los datos del problema

Unidades del problema	1 m^3	750 mmHg	30°C
Unidades del SI	1000 L	$0,987 \text{ atm}$	303 K

$$n(\text{Cl}_2) = (PV)/(RT) = (0'987 \cdot 1000) / (0'082 \cdot 303) = 39'72 \text{ moles de cloro}$$

Según la estequiometría, necesitamos el doble de moles de NaCl, por lo tanto, son necesarios 79'44 moles.

Según el rendimiento, requerimos de $n(\text{Cl}_2) = 79'44 \cdot (100/80) = 99'3$ moles NaCl

$$\text{Masa g}(\text{NaCl}) = 99'3 \cdot 58'5 = 5809'05 \text{ g} = 5'81 \text{ kg de NaCl}$$

B.5 Se tiene una disolución de ácido periódico 0'1 M

- Calcule el pH de la disolución
- Determine el volumen de disolución del enunciado necesario para preparar 250 mL de disolución de ácido periódico 0'02 M
- A 200 mL de la disolución del enunciado se le añaden 125 mL de hidróxido de sodio 0'16 M. Justifique el pH resultante es ácido, básico o neutro.

Dato. K_a (ácido periódico) = $2'3 \cdot 10^{-2}$

- El balance de materia es el siguiente:

	HIO_4	\rightleftharpoons	IO_4^-	+	H_3O^+
<i>Inicialmente</i>	0,1				
<i>Reacciona</i>	x				
<i>Se forma</i>			x		x
Equilibrio	0,1 - x		x		x

Por lo tanto, sabemos que $K_a = \frac{[\text{IO}_4^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HIO}_4]} = \frac{x^2}{0,1-x}$

Si despejamos $x = 0'038 \text{ M}$ por lo tanto $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [0'038] = 1'42$

- $V_{\text{concent}} \cdot M_{\text{concent}} = V_{\text{disolución a preparar}} \cdot M_{\text{disolución a preparar}}$

Por lo tanto, $V_{\text{concentrada}} = \frac{0'25 \cdot 0'02}{0'1} = 0'05 \text{ L} = 50 \text{ mL}$

- Calculamos los moles que hay de cada especie:

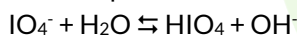
$$n(\text{HIO}_4) = 0'2 \cdot 0'1 = 0'02 \text{ moles}$$

$$n(\text{NaOH}) = 0'125 \cdot 0'16 = 0'02 \text{ moles}$$

Se produce una neutralización en proporción estequiométrica $\text{HIO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaIO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Ahora debemos razonar si la sal producida tiende a hidrolizarse: $\text{NaIO}_4 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{IO}_4^-$

De las especies disociadas, el ion peryodato puede sufrir hidrólisis por proceder de un ácido débil:



El ion Na^+ sin embargo, por proceder de una base fuerte no sufre hidrólisis.

Puesto que se producen hidroxilos en la reacción de hidrólisis de la base conjugada (ion peryodato), el pH será básico.