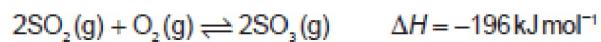


## PROBLEMAS IB. PRUEBA 2.

MAY.2022

6. El trióxido de azufre se produce a partir de dióxido de azufre.



- (c) (i) Indique el producto formado a partir de la reacción del  $\text{SO}_3$  con agua. [1]

ácido sulfúrico/ $\text{H}_2\text{SO}_4$  ✓

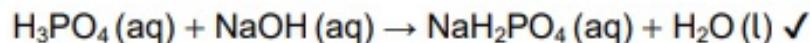
- (ii) Indique el significado de un ácido fuerte de Brønsted–Lowry. [2]

completamente ionizado/disociado ✓

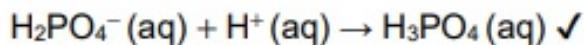
«donante de» protón/ $\text{H}^+$  ✓

NOV. 2021

5. El ácido fosfórico,  $H_3PO_4$  puede formar tres sales diferentes con el hidróxido de sodio, dependiendo del grado de neutralización.
- (a) Formule una ecuación para la reacción de un mol de ácido fosfórico con un mol de hidróxido de sodio. [1]



- (b) Formule **dos** ecuaciones para mostrar la naturaleza anfiprótica del  $H_2PO_4^-$ . [2]



- (c) Calcule la concentración de  $H_3PO_4$  si  $25,00 \text{ cm}^3$  son neutralizados completamente por la adición de  $28,40 \text{ cm}^3$  de  $NaOH$   $0,5000 \text{ mol dm}^{-3}$ . [2]

$$\text{«NaOH } \frac{28.40 \text{ cm}^3}{1000} \times 0.5000 \text{ mol dm}^{-3} = 0.01420 \text{ mol»}$$

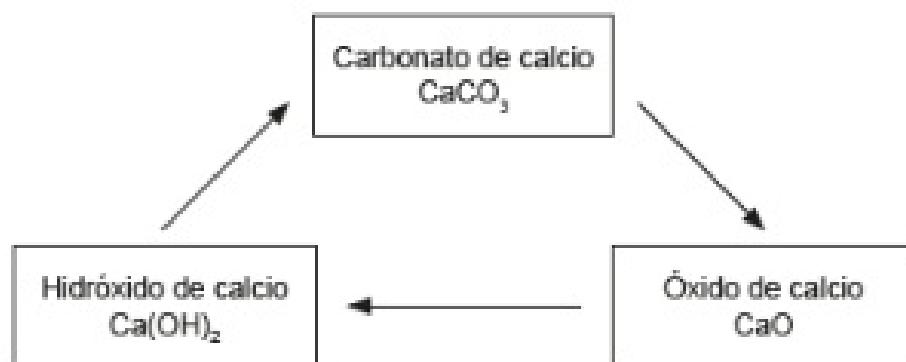
$$\text{«} \frac{0.01420 \text{ mol}}{3} = \gg 0.004733 \text{ «mol»} \checkmark$$

$$\text{«} \frac{0.004733 \text{ mol}}{25.00 \text{ cm}^3} = \gg 0.1893 \text{ «mol dm}^{-3} \gg \checkmark$$

- (d) Resuma la razón por la cual se considera que el hidróxido de sodio es una base de Brønsted-Lowry. [1]

..... « $OH^-$  is a» proton acceptor  $\checkmark$  .....

1. La piedra caliza se puede convertir en varios productos comerciales útiles por medio del ciclo de la caliza. La piedra caliza contiene elevados porcentajes de carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3$ .



(d) La segunda etapa del ciclo de la caliza produce hidróxido de calcio,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

- (i) Escriba la ecuación para la reacción del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (aq) con ácido clorhídrico,  $\text{HCl}$  (aq).

[1]



- (ii) Determine el volumen, en  $\text{dm}^3$ , de una solución de hidróxido de calcio  $0,015 \text{ mol dm}^{-3}$ , necesario para neutralizar  $35,0 \text{ cm}^3$  de  $\text{HCl}$  (aq)  $0,025 \text{ mol dm}^{-3}$ .

[2]

$$\text{n}_{\text{HCl}} = 0,0350 \text{ dm}^3 \times 0,025 \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow 0,00088 \text{ «mol»}$$

O

$$\text{n}_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = \frac{1}{2} \text{n}_{\text{HCl}} / 0,00044 \text{ «mol»} \checkmark$$

$$\text{V} = \frac{\frac{1}{2} \times 0,00088 \text{ mol}}{0,015 \text{ mol dm}^{-3}} \Rightarrow 0,029 \text{ «dm}^3\text{»} \checkmark$$

- (iii) La solución saturada de hidróxido de calcio se usa para analizar dióxido de carbono. Calcule el pH de una solución de hidróxido de calcio  $2,33 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ , una base fuerte.

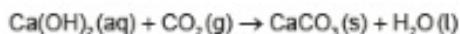
[2]

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 2,33 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow 0,0466 \text{ «mol dm}^{-3}\text{»} \checkmark$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0,0466} \Rightarrow 2,15 \times 10^{-13} \text{ «mol dm}^{-3}\text{»}$$

$$\text{pH} = -\log [2,15 \times 10^{-13}] \Rightarrow 12,668 \checkmark$$

- (e) El hidróxido de calcio reacciona con dióxido de carbono para formar nuevamente carbonato de calcio.



- (i) Determine la masa, en g, de  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  producida por reacción de  $2,41 \text{ dm}^3$  de  $\text{Ca(OH)}_2(\text{aq})$   $2,33 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$  con  $0,750 \text{ dm}^3$  de  $\text{CO}_2(\text{g})$  a PTN. [2]

... « $n_{\text{Ca(OH)}_2} = 2,41 \text{ dm}^3 \times 2,33 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} =» 0,0562 \text{ «mol» Y} \dots \dots$

...  $n_{\text{CO}_2} = «\frac{0,750 \text{ dm}^3}{22,7 \text{ mol dm}^{-3}} =» 0,0330 \text{ «mol» ✓} \dots \dots$

... « $\text{CO}_2$  es el reactivo limitante» \dots \dots

... « $m_{\text{CaCO}_3} = 0,0330 \text{ mol} \times 100,09 \text{ g mol}^{-1} =» 3,30 \text{ «g» ✓} \dots \dots$

- (ii) En el experimento e(i), se recogieron 2,85 g de  $\text{CaCO}_3$ . Calcule el rendimiento porcentual de  $\text{CaCO}_3$ .

(Si no obtuvo respuesta en e(i), use 4,00 g, pero este no es el valor correcto.) [1]

... « $\frac{2,85}{3,31} \times 100 =» 86,4 \text{ «%» ✓} \dots \dots$

- (f) Resuma cómo un compuesto de calcio del ciclo de la caliza puede reducir el problema causado por la deposición ácida. [1]

«añadir»  $\text{Ca(OH)}_2/\text{CaCO}_3/\text{CaO}$  Y al agua/río/lago/suelo

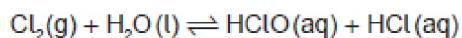
O

«usar»  $\text{Ca(OH)}_2/\text{CaCO}_3/\text{CaO}$  en lavadores de gas «para impedir la liberación de contaminación ácida» ✓

**NOV. 2020**

1. El cloro sufre muchas reacciones.

- (c) El cloro gaseoso reacciona con agua para producir ácido hipocloroso y ácido clorhídrico.



- (i) El ácido hipocloroso se considera como ácido débil. Resuma el significado del término ácido débil. [1]

..... partially dissociates/ionizes «in water» ✓ .....

- (ii) Indique la fórmula de la base conjugada del ácido hipocloroso. [1]

.....  $\text{ClO}^-$  ✓ .....

- (iii) Calcule la concentración de  $\text{H}^+(\text{aq})$  en una solución de  $\text{HClO}(\text{aq})$  de  $\text{pH} = 3,61$ . [1]

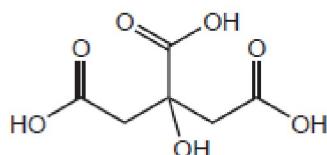
.....  $[\text{H}^+] = 10^{-3,61} \Rightarrow 2.5 \times 10^{-4}$  «mol dm<sup>-3</sup>» ✓ .....

- (d) (i) Indique el tipo de reacción que se produce cuando el etano reacciona con cloro para producir cloroetano. [1]

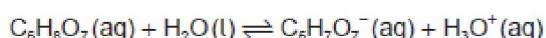
..... «free radical» substitution/S<sub>R</sub> ✓ .....

NOV. 2019

4. A continuación se muestra una molécula de ácido cítrico,  $C_6H_8O_7$ .



La ecuación para la primera disociación del ácido cítrico en agua es



- (a) (i) Identifique un par ácido-base conjugado en la ecuación. [1]

$C_6H_8O_7$  Y  $C_6H_7O_7^-$   
 O  
  $H_2O$  Y  $H_3O^+$

- (ii) El valor de la constante de equilibrio para la primera disociación a 298 K es  $5,01 \times 10^{-4}$ .

Indique, razonadamente, la fuerza del ácido cítrico. [1]

ácido débil Y parcialmente disociado  
 O  
 ácido débil Y equilibrio desplazado hacia la izquierda

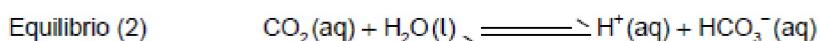
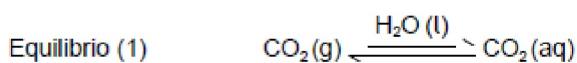
- (iii) La disociación del ácido cítrico es un proceso endotérmico. Indique el efecto de aumentar la temperatura sobre la concentración de ion hidrógeno,  $[H^+]$ , y sobre la constante de equilibrio. [2]

Efecto sobre la $[H^+]$	Efecto sobre la constante de equilibrio
<input type="checkbox"/> aumenta ✓	<input checked="" type="checkbox"/> aumenta ✓

- (b) Resuma un método de laboratorio para distinguir entre soluciones de ácido cítrico y ácido clorhídrico de igual concentración, indicando las observaciones esperadas. [1]

Uno de:  
 conductividad «eléctrica» Y HCl mayor ✓  
 pH Y ácido cítrico mayor ✓  
 titular con una base fuerte Y pH en el punto de equivalencia mayor para el ácido cítrico ✓  
 añadir un metal reactivo/ carbonato/ hidrógeno carbonato Y mayor efervescencia/ reacción más rápida con HCl ✓  
 titular Y el volumen del álcali para neutralización completa es mayor para el ácido cítrico ✓  
 titular con una base fuerte Y más de un punto de equivalencia para la neutralización completa del ácido cítrico ✓  
 titular con una base fuerte Y zona tampón con ácido cítrico ✓

5. El agua carbonatada se produce cuando el dióxido de carbono se disuelve en agua a presión. Se establecen los siguientes equilibrios.



- (a) El dióxido de carbono actúa como ácido débil.

- (i) Distinga entre un ácido débil y un ácido fuerte.

[1]

Ácido débil:

*Ácido débil: parcialmente disociado/ionizado «en solución/agua»*

Ácido fuerte:

*Ácido fuerte: «se asume que está casi» completamente/100 % disociado/ionizado «en solución/agua» ✓*

- (ii) El ion hidrógenocarbonato, que se produce en el equilibrio (2), también puede actuar como ácido.

Indique la fórmula de su base conjugada.

[1]

.....  $\text{CO}_3^{2-}$  ✓ .....

- (iii) Cuando se abre una botella de agua carbonatada, estos equilibrios se alteran.

Indique, dando una razón, cómo la disminución de la presión afecta la posición del equilibrio (1).

[1]

se desplaza hacia la izquierda/los reactivos Y para aumentar la cantidad/número de moles/moléculas de gas/ $\text{CO}_2(\text{g})$  ✓

- (b) La soda contiene hidrógenocarbonato de sodio,  $\text{NaHCO}_3$ , disuelto en el agua carbonatada.

- (i) Prediga, haciendo referencia al equilibrio (2), cómo la adición de hidrógenocarbonato de sodio afecta el pH. (Suponga que la presión y la temperatura permanecen constantes.)

[2]

..... «el  $\text{HCO}_3^-$  adicional» desplaza la posición de equilibrio a la izquierda ✓ .....

..... el pH aumenta ✓ .....

(ii) 100,0 cm<sup>3</sup> de soda contienen  $3,0 \times 10^{-2}$  g de NaHCO<sub>3</sub>.

Calcule la concentración de NaHCO<sub>3</sub> en mol dm<sup>-3</sup>.

[2]

masa molar NaHCO<sub>3</sub> = 84,01 «g mol<sup>-1</sup>» ✓

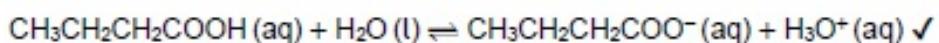
«concentración =  $\frac{3,0 \times 10^{-2} \text{ g}}{84,01 \text{ g mol}^{-1}} \times \frac{1}{0,100 \text{ dm}^3} = \gg 3,6 \times 10^{-3}$  «mol dm<sup>-3</sup>» ✓

NOV-2018

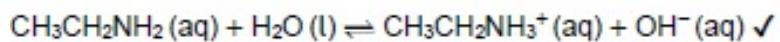
(a) Indique la ecuación para la reacción de cada sustancia con agua.

[2]

Ácido butanoico:

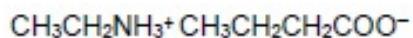


Etilamina:

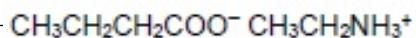


(c) Indique la fórmula de la sal que se forma cuando el ácido butanoico reacciona con etilamina.

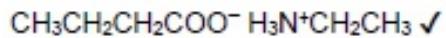
[1]



O

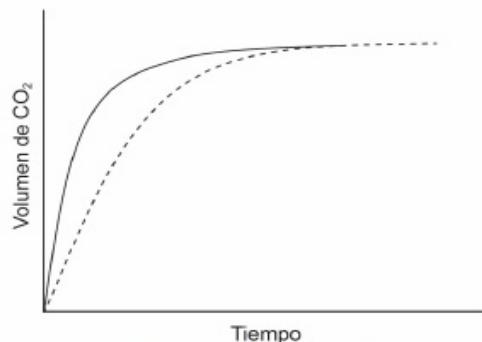


O



2. La construcción de gráficas es una herramienta importante en el estudio de la velocidad de las reacciones químicas.

- (b) Se añade un exceso de ácido clorhídrico a trozos de carbonato de calcio.  
La gráfica muestra el volumen de dióxido de carbono gaseoso que se produce en función del tiempo.



curva comenzando en el origen, más empinada Y alcanzando el mismo volumen máximo ✓

- (ii) Indique y explique qué efecto tendría sobre la velocidad de reacción el uso de ácido etanoico de la misma concentración en lugar de ácido clorhídrico. [2]

la velocidad disminuye

O

la reacción se ralentiza ✓

«ácido etanoico» parcialmente disociado/ionizado «en solución/agua»

O

menor  $[H^+]$  ✓

- (c) Resuma por qué el pH se usa más ampliamente que la  $[H^+]$  para medir la acidez relativa. [1]

«pH» convierte «un amplio rango de  $[H^+]$ » en una escala «logarítmica»/números simples

O

«pH» evita el uso de exponencial/notación científica

O

«pH» convierte números pequeños en valores «generalmente» entre 0/1 y 14

O

«pH» permite una comparación fácil de los valores de  $[H^+]$  ✓

- (d) Resuma por qué  $H_3PO_4/HPO_4^{2-}$ , no es un par ácido-base conjugado. [1]

«las especies» no se diferencian en un «solo» protón/ $H^+$

O

la base conjugada de  $H_3PO_4$  es  $H_2PO_4^-$  «no  $HPO_4^{2-}$ »

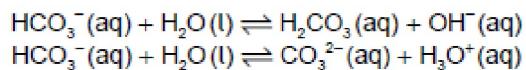
O

el ácido conjugado de  $HPO_4^{2-}$  es  $H_2PO_4^-$  «no  $H_3PO_4$ » ✓

**NOV-2017**

6. Muchas reacciones se encuentran en estado de equilibrio.

(b) A continuación se dan las ecuaciones para dos reacciones ácido-base.



(i) Identifique dos especies anfipróticas diferentes presentes en las reacciones de arriba. [1]

..... HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> Y H<sub>2</sub>O ✓ .....

(ii) Indique qué significa el término base conjugada. [1]

especie que tiene un protón/ion H<sup>+</sup> menos «que su ácido conjugado»

O

especie que forma su ácido conjugado aceptando un protón

O

especie que se forma cuando un ácido cede un protón ✓

(iii) Indique la base conjugada del ion hidróxido, OH<sup>-</sup>. [1]

..... ion óxido/O<sup>2-</sup> ✓ .....

(c) Un estudiante trabajando en el laboratorio clasificó el HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> y HClO<sub>4</sub> como ácidos basándose en sus pH. Emitió la hipótesis de que "todos los ácidos contienen oxígeno e hidrógeno". Evalúe su hipótesis. [2]

los datos son insuficientes para generalizar

O

es preciso considerar un número «mucho» mayor de ácidos

O

la hipótesis deberá seguir comprobándose con nuevos ácidos para ver si puede mantenerse en el tiempo ✓

«la hipótesis es falsa» puesto que otros ácidos como el HCl/HBr/HCN/ion de metal de transición/BF<sub>3</sub> no contienen oxígeno

O

otros ácidos/HCl/HBr/HCN/ion de metal de transición/BF<sub>3</sub> hacen que la hipótesis sea falsa ✓

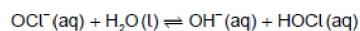
razonamiento inductivo correcto «basado en una muestra limitada» ✓

«la hipótesis no es válida» puesto que contradice las teorías actuales/aceptadas/Brønsted-Lowry/Lewis ✓

**MAY-2017**

7. Los ácidos y bases solubles se ionizan en agua.

(a) El hipoclorito de sodio se ioniza en agua.



(i) Identifique la especie anfiprótica. [1]

agua/H<sub>2</sub>O ✓

(ii) Identifique un par ácido-base conjugado en la reacción. [1]

Ácido	Base
HOCl . O . H <sub>2</sub> O .....	OCl <sup>-</sup> .. OH <sup>-</sup> .....

(b) Una solución que contiene 0,510 g de un ácido monoprótico desconocido, HA, se tituló con NaOH (aq) 0,100 mol dm<sup>-3</sup>. Se necesitaron 25,0 cm<sup>3</sup> para alcanzar el punto de equivalencia.

(i) Calcule la cantidad, en mol, de NaOH(aq) usado. [1]

$$«0,100 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,0250 \text{ dm}^3» = 0,00250 \text{ «mol»}$$

(ii) Calcule la masa molar del ácido. [1]

$$M = \frac{0,510 \text{ g}}{0,00250 \text{ mol}} = » 204 \text{ «g mol}^{-1}»$$

(iii) Calcule la [H<sup>+</sup>] en la solución de NaOH. [1]

$$«1,00 \times 10^{-14} = [\text{H}^+] \times 0,100»$$

$$1,00 \times 10^{-13} \text{ «mol dm}^{-3}» ✓$$

NOV-2016

2. La concentración de una solución de un ácido débil, como el ácido etanodioico, se puede determinar por titulación con una solución estándar de hidróxido de sodio, NaOH(aq).

- (a) Distinga entre un ácido débil y un ácido fuerte.

[1]

Ácido débil: parcialmente disociado/fonizado «en solución/agua»

4

Ácido fuerte: «se supone casi» completamente/100 % disociado/ionizado «en solución/aqua» ✓

- (b) Sugiera por qué es más conveniente expresar la acidez usando la escala de pH en lugar de usar la concentración de iones hidrógeno.

[11]

«la escala logarítmica» reduce un amplio rango de números a un rango pequeño

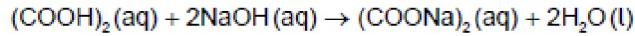
0

simple/fácil de usar

0

convierte expresiones exponenciales en escala lineal/números sencillos ✓

- (c) Una muestra impura de 5,00 g de ácido etanodioico hidratado,  $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , se disolvió en agua para preparar  $1,00 \text{ dm}^3$  de solución. Se titularon muestras de  $25,0 \text{ cm}^3$  de esta solución con solución de hidróxido de sodio  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$  usando un indicador adecuado.



El valor medio de la titulación fue de 14,0 cm<sup>3</sup>.

- (i) Sugiera un indicador adecuado para esta titulación. Use la sección 22 del cuadernillo de datos.

[1]

## **fenolftaleína**

- (ii) Calcule la cantidad, en mol, de NaOH en  $14,0\text{ cm}^3$  de solución  $0,100\text{ mol dm}^{-3}$ .

[1]

$$\text{«n(NaOH)} = \left( \frac{14,0}{1000} \right) \text{dm}^3 \times 0,100 \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow 1,40 \times 10^{-3} \text{ «mol» ✓}$$

- (iii) Calcule la cantidad, en mol, de ácido etanodioico en la muestra de  $25,0\text{ cm}^3$ .

[1]

$$\frac{1}{2} \times 1,40 \times 10^{-3} \Rightarrow 7,00 \times 10^{-4} \text{ «mol» ✓}$$

- (iii) Determine el porcentaje de pureza del ácido etanodioico hidratado en la muestra inicial.

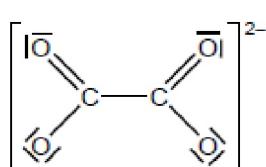
[3]

«masa de ácido etanodioico hidratado puro en cada titulación =  $7,00 \times 10^{-4}$  mol  $\times$  126,08 g mol $^{-1}$  » 0,0883 / 8,83  $\times 10^{-2}$  «g» ✓

masa de muestra en cada titulación = « $\frac{25}{1000}$   $\times$  5,00 g =» 0,125 «g» ✓

«% pureza =  $\frac{0,0883\text{g}}{0,125\text{g}}$   $\times$  100 =» 70,6 «%» ✓

- (d) A continuación, se muestra la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) del ion etanodioato.



Resuma por qué todas las longitudes de enlace C–O en el ion etanodioato son iguales y sugiera su valor. Use la sección 10 del cuadernillo de datos.

[2]

electrones deslocalizados «a lo largo de todo el sistema O–C–O»

O

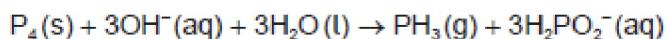
estructura de resonancia ✓

122 pm < C–O < 143 pm ✓

**MAY-2016**

1. La fosfina (nombre IUPAC fosfano) es un hidruro de fósforo, de fórmula  $\text{PH}_3$ .

- (b) La fosfina se prepara generalmente calentando fósforo blanco, uno de los alótropos del fósforo, con hidróxido de sodio acuoso concentrado. La ecuación para la reacción es:



- (ii) El ion  $\text{H}_2\text{PO}_2^-$  es anfiprótico. Resuma qué se entiende por anfiprótico, dando las fórmulas de **ambas** especies implicadas cuando se comporta de esta manera. [2]

..... puede actuar tanto como ácido «de Brønsted–Lowry» o base «de Brønsted–Lowry»

..... O

..... puede aceptar y/o ceder un ion hidrógeno/protón/ $\text{H}^+$  ✓

.....  $\text{HPO}_2^{2-}$  Y  $\text{H}_2\text{PO}_2^-$ , ✓

- (iii) Indique el estado de oxidación del fósforo en el  $\text{P}_4$  y en el  $\text{H}_2\text{PO}_2^-$ . [2]

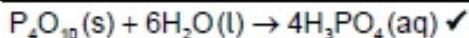
$\text{P}_4$ :

$\text{P}_4$ :	0
$\text{H}_2\text{PO}_2^-$ :	+1

$\text{H}_2\text{PO}_2^-$ :

2. Las impurezas provocan la combustión espontánea de la fosfina en el aire para formar un óxido de fósforo y agua.

- (b) (i) Indique la ecuación para la reacción de este óxido de fósforo con agua. [1]



- (ii) Prediga cómo la disolución de un óxido de fósforo afectaría el pH y la conductividad eléctrica del agua. [1]

pH:

pH: disminuye Y la conductividad eléctrica: aumenta

Conductividad eléctrica:

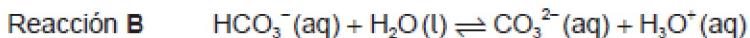
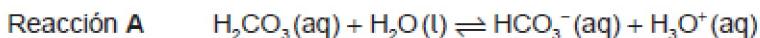
- (iii) Sugiera por qué los óxidos de fósforo no contribuyen de forma sustancial a la deposición ácida. [1]

el fósforo no se encuentra habitualmente en los combustibles	.....
O	.....
no hay secuencias frecuentes por las que los óxidos de fósforo se incorporen en el aire	.....
O	.....
la cantidad de materia orgánica que contiene fósforo sufre procesos de descomposición anaeróbica es pequeña ✓	.....

**NOV-2015**

**5.**

- (b) A continuación se dan las ecuaciones de dos reacciones ácido-base.



- (i) Explique si el  $\text{HCO}_3^-$ (aq) se comporta como ácido o como base en cada una de las reacciones A y B. [2]

Reacción A:	.....
.....	<i>Reaction A: base and accepts a proton/H<sup>+</sup>;</i> .....
.....	<i>Accept donates a pair of electrons.</i> .....
Reacción B:	.....
.....	<i>Reaction B: acid and donates/loses a proton/H<sup>+</sup>;</i> .....

- (ii) Deduzca **dos** pares ácido-base conjugados a partir de las reacciones A y B. [2]

	Ácido	Base
<b>Par ácido-base conjugado 1</b>	$\text{H}_2\text{CO}_3$ and $\text{HCO}_3^-$ ;	
	$\text{HCO}_3^-$ and $\text{CO}_3^{2-}$ ;	
<b>Par ácido-base conjugado 2</b>	$\text{H}_3\text{O}^+$ and $\text{H}_2\text{O}$ ;	

- (c) El ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ , y el ácido nitroso,  $\text{HNO}_2$ , se describen como ácido fuerte y débil respectivamente.

- (i) Distinga entre ácidos *fuertes* y *débiles*. [1]

.....
<i>strong acid: (assumed to be) completely/100 % dissociated/ionized and weak acid: partially dissociated/ionized;</i>

- (ii) Una muestra de 1,00g de carbonato de magnesio sólido,  $\text{MgCO}_3$ , se añade separadamente a soluciones de  $\text{HNO}_3$  y  $\text{HNO}_2$  de la misma concentración y a la misma temperatura. Indique **una** semejanza y **una** diferencia entre las observaciones que se realizan en estas reacciones [2]

Semejanza:

*Similarity: bubbling/effervescence/gas / heat/increase in temperature / solid dissolves;*

Diferencia:

*Difference: strong acid more vigorous / faster reaction / greater temperature increase;*

- (iii) El pH de una solución de  $\text{HNO}_3$  es igual a 1, mientras que el pH de una solución de  $\text{HNO}_2$  es igual a 5. Determine la relación de concentraciones de ion hidrógeno en  $\text{HNO}_3:\text{HNO}_2$ . [1]

.....  
.....  
 $10^4(:1)$  /  $10^{-1}:10^{-5}$  /  $1:10^{-4}$ ; .....