

MAY-2022

1. Se disolvieron 3,40g de $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ en agua para formar 250,0 cm³ de solución.

Una muestra de 25,00cm³ de esta solución se acidificó y tituló con solución de KMnO_4 (aq) 0,0200moldm⁻³.

- (a) Complete la ecuación iónica para la reacción.

[1]



- (b) Se necesitaron 20,00cm³ de esta solución de KMnO_4 (aq) para reaccionar completamente con los iones Fe^{2+} presentes en la muestra.

Calcule el número de moles de KMnO_4 (aq) usados en la titulación

[1]

$$20,00 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 0,0200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = (4,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol KMnO}_4)$$

- (c) Calcule el número de moles de Fe^{2+} (aq) presentes en los 25,00 cm³ de muestra.

[1]

$$4,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol KMnO}_4 \cdot \frac{5 \text{ mol Fe}^{2+}}{1 \text{ mol KMnO}_4} = (2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol Fe}^{2+})$$

- (d) Calcule la cantidad de FeSO_4 en 3,40g de $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

[1]

$$2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol Fe}^{2+} \cdot \frac{1 \text{ mol FeSO}_4}{1 \text{ mol Fe}^{2+}} = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol FeSO}_4$$

En 250 cm³ → $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol FeSO}_4 \cdot \frac{151,85 \text{ g}}{1 \text{ mol FeSO}_4} = (3,04 \text{ g FeSO}_4)$

- (e) Calcule la masa fórmula relativa del $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

[1]

$$\text{Molar: } \frac{\text{gramos}}{\text{mol}} = \frac{3,40 \text{ g FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}}{2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = (170,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$$

- (f) Determine el valor de x en el $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

[2]

$$M_m = 151,75 + x \cdot 18 = 170,00$$
$$\boxed{x = 1}$$

- (g) Indique cómo minimizar los errores aleatorios y sistemáticos.

[2]

Aleatorios:

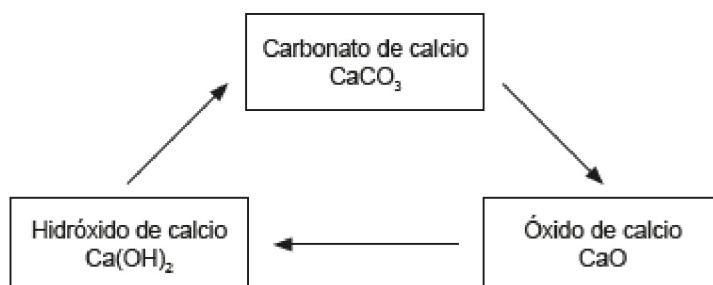
repetición medida

Sistématicos:

*calibración equipos
resolución operativa*

MAY-2021

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, CaCO_3 .



- (a) El carbonato de calcio se calienta para producir óxido de calcio, CaO .



Calcule el volumen de dióxido de carbono producido a PTN cuando se descomponen 555 g de carbonato de calcio. Use las secciones 2 y 6 del cuadernillo de datos.

[2]

$$\text{«}n_{\text{cacos}} = \frac{555 \text{ g}}{100.09 \text{ g mol}^{-1}} \Rightarrow 5.55 \text{ «mol»} \checkmark$$

$$\text{«}V = 5.55 \text{ mol} \times 22.7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 126 \text{ «dm}^3\text{»} \checkmark$$

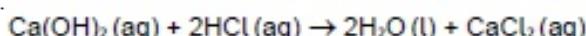
Award [2] for correct final answer.

Accept method using $pV = nRT$ to obtain the volume with p as either 100 kPa (126 dm³) or 101.3 kPa (125 dm³). Do not penalize use of 22.4 dm³ mol⁻¹ to obtain the volume (124 dm³).

(c) 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, HCl (aq).

[1]



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

[2]

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

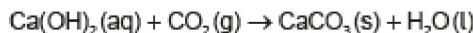
OR

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

Award [1 max] for $0,058 \text{ «dm}^3»$.

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

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



(i) Determine la masa, en g, de CaCO_3 (s) producida por reacción de $2,41 \text{ dm}^3$ de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (aq) $2,33 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ con $0,750 \text{ dm}^3$ de CO_2 (g) a PTN.

[2]

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

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

Only award ECF for M2 if limiting reagent is used.

« CO_2 is the limiting reactant»

Accept answers in the range 3.30 - 3.35 «g».

$$\text{«}m_{\text{cacos}} = 0,0330 \text{ mol} \times 100,09 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow 3,30 \text{ «g»} \checkmark$$

(ii) En el experimento d(i), se recogieron $2,85 \text{ g}$ de CaCO_3 . Calcule el rendimiento porcentual de CaCO_3 .

(Si no obtuvo respuesta en d(i), use $4,00 \text{ g}$, pero este no es el valor correcto.)

[1]

$$\text{«}\frac{2,85}{3,30} \times 100 \Rightarrow 86,4 \text{ «%»} \checkmark$$

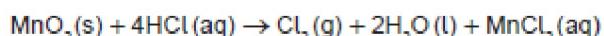
Accept answers in the range 86.1-86.4 «%».

Accept "71.3%" for using the incorrect given value of $4,00 \text{ g}$.

NOV-2020

1. El cloro sufre muchas reacciones.

- (b) 2,67 g de óxido de manganeso(IV) se añadieron a 200,0 cm³ de HCl 2,00 mol dm⁻³.



- (i) Calcule la cantidad, en moles, de óxido de manganeso(IV) añadida. [1]

$$\text{«} \frac{2.67 \text{ g}}{86.94 \text{ g mol}^{-1}} = \text{»} 0.0307 \text{ «mol»}$$

- (ii) Determine el reactivo limitante, mostrando sus cálculos. [2]

$$\text{«} n_{\text{HCl}} = 2.00 \text{ mol dm}^{-3} \times 0.2000 \text{ dm}^3 = 0.400 \text{ mol} \text{ ✓}$$

$$\text{«} \frac{0.400}{4} = \text{»} 0.100 \text{ mol AND MnO}_2 \text{ is the limiting reactant ✓}$$

- (iii) Determine la cantidad en exceso, en moles, del otro reactivo. [1]

$$\text{«} 0.0307 \text{ mol} \times 4 = 0.123 \text{ mol} \text{ »}$$

$$\text{«} 0.400 \text{ mol} - 0.123 \text{ mol} = \text{»} 0.277 \text{ «mol» ✓}$$

- (iv) Calcule el volumen de cloro, en dm³, producido si la reacción se conduce a presión y temperatura estándar (PTN). Use la sección 2 del cuadernillo de datos. [1]

$$\text{«} 0.0307 \text{ mol} \times 22.7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \text{»} 0.697 \text{ «dm}^3 \text{» ✓}$$

- (v) Indique el estado de oxidación del manganeso en el MnO₂ y el MnCl₂. [2]

MnO₂:

MnO₂: +4 ✓

MnCl₂:

MnCl₂: +2 ✓

(e) El CCl_2F_2 es un clorofluorocarbono habitual, CFC.

(i) Calcule el porcentaje en masa de cloro en el CCl_2F_2 .

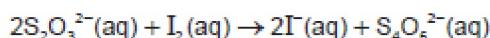
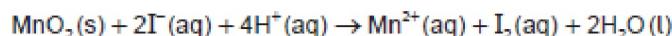
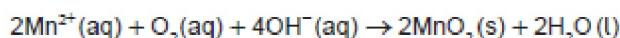
[2]

$$\text{M}(\text{CCl}_2\text{F}_2) = 120.91 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\frac{2 \times 35.45 \text{ g mol}^{-1}}{120.91 \text{ g mol}^{-1}} \times 100 \% = 58.64 \%$$

NOV-2019

2. La demanda bioquímica de oxígeno en una muestra de agua se puede determinar por medio de la siguiente serie de reacciones. La etapa final es la titulación de la muestra con solución de tiosulfato de sodio, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq).



Un estudiante analizó dos muestras de $300,0 \text{ cm}^3$ de agua tomadas del estanque del colegio: una inmediatamente (día 0), y la otra después de dejarla sellada en la oscuridad durante 5 días (día 5). Se obtuvieron los siguientes resultados para la titulación de las muestras con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) $0,0100 \text{ mol dm}^{-3}$.

Muestra	Titulación / $\text{cm}^3 \pm 0,1 \text{ cm}^3$
Día 0	25,8
Día 5	20,1

- (a) (i) Determine la relación molar de $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ a O_2 , usando las ecuaciones ajustadas. [1]

$$4 : 1$$

- (ii) Calcule el número de moles de oxígeno en la muestra del día 0. [2]

$$n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = 0.0258 \text{ dm}^3 \times 0.010 \text{ mol dm}^{-3} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\frac{2.58 \times 10^{-4} \text{ mol}}{4} = 6.45 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

- (iii) La muestra día 5 contenía 5.03×10^{-5} moles de oxígeno.

Determine la demanda bioquímica de oxígeno de los 5 días en el estanque, en mg dm⁻³ ("partes por millón", ppm). [2]

«difference in moles per dm³ = $(6.45 \times 10^{-5} - 5.03 \times 10^{-5}) \times \frac{1000}{300.0} \Rightarrow$
 4.73×10^{-5} «mol dm⁻³» ✓

«convert to mg per dm³: 4.73×10^{-5} mol dm⁻³ $\times 32.00 \text{ g mol}^{-1} \times 1000 \text{ mg g}^{-1} \Rightarrow$
1.51 «ppm/mg dm⁻³» ✓

- (b) (i) Calcule la incertidumbre porcentual de la titulación del día 5. [1]

.....
« $\frac{100 \times 0.1 \text{ cm}^3}{20.1 \text{ cm}^3} \Rightarrow 0.5 \text{ «\%»}$ »

- (ii) Sugiera una modificación del procedimiento que hiciera que los resultados fueran más fiables. [1]

repetition / take several samples «and average»

MAY-2019

4. El renio, Re, fue el último elemento con un isótopo estable que fue aislado.

- (c) La fórmula empírica de un cloruro de renio es ReCl₃.

- (i) Indique el nombre de este compuesto aplicando las reglas de la IUPAC. [1]

rhenium(III) chloride

OR

rhenium trichloride ✓

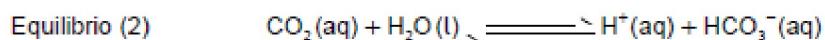
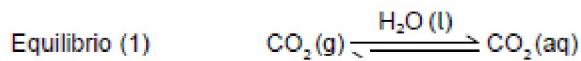
- (ii) Calcule el porcentaje, en masa, de renio en el ReCl₃. [2]

«M_r ReCl₃ = 186.21 + (3 × 35.45) ⇒ 292.56 ✓

«100 × $\frac{186.21}{292.56} \Rightarrow 63.648 \text{ «\%»} \checkmark$

5. El agua carbonatada se produce cuando el dióxido de carbono se disuelve en agua a presión.

Se establecen los siguientes equilibrios.



(b) La soda contiene hidrógenocarbonato de sodio, NaHCO_3 , disuelto en el agua carbonatada.

(ii) $100,0 \text{ cm}^3$ de soda contienen $3,0 \times 10^{-2} \text{ g}$ de NaHCO_3 .

Calcule la concentración de NaHCO_3 en mol dm^{-3} .

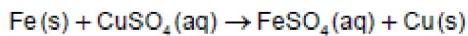
[2]

«molar mass of NaHCO_3 =» 84.01 g mol^{-1} ✓

$$\text{concentration} = \frac{3.0 \times 10^{-2} \text{ g}}{84.01 \text{ g mol}^{-1}} \times \frac{1}{0.100 \text{ dm}^3} =» 3.6 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \quad \text{✓}$$

NOV-2018

1. Se añaden $3,26 \text{ g}$ de hierro en polvo a $80,0 \text{ cm}^3$ de solución de sulfato de cobre(II) $0,200 \text{ mol dm}^{-3}$. Se produce la siguiente reacción:



(a) (i) Determine el reactivo limitante y muestre su trabajo.

[2]

$$n_{\text{CuSO}_4} = 0.0800 \text{ dm}^3 \times 0.200 \text{ mol dm}^{-3} = 0.0160 \text{ mol AND}$$

$$n_{\text{Fe}} = \frac{3.26 \text{ g}}{55.85 \text{ g mol}^{-1}} = 0.0584 \text{ mol} \quad \text{✓}$$

CuSO₄ is the limiting reactant ✓

(ii) La masa de cobre obtenida experimentalmente fue $0,872 \text{ g}$. Calcule el rendimiento porcentual de cobre.

[2]

ALTERNATIVE 1:

$$0.0160 \text{ mol} \times 63.55 \text{ g mol}^{-1} =» 1.02 \text{ g} \quad \text{✓}$$

$$\frac{0.872 \text{ g}}{1.02 \text{ g}} \times 100 =» 85.5 \% \quad \text{✓}$$

ALTERNATIVE 2:

$$\frac{0.872 \text{ g}}{63.55 \text{ g mol}^{-1}} =» 0.0137 \text{ mol} \quad \text{✓}$$

$$\frac{0.0137 \text{ mol}}{0.0160 \text{ mol}} \times 100 =» 85.6 \% \quad \text{✓}$$

2. El 2-propanol es un disolvente orgánico útil.

(a) Dibuje la fórmula estructural del 2-propanol.

[1]



(b) Calcule el número de átomos de hidrógeno en 1,00 g de 2-propanol.

[2]

$$1,00 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}(\text{C}_3\text{H}_8\text{O})}{60 \text{ g}} \times \frac{3 \text{ mol H}}{1 \text{ mol}(\text{C}_3\text{H}_8\text{O})} \times \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ at.}^{-1}}{1 \text{ mol H}} = 18,03 \cdot 10^{23} \text{ at.}^{-1}$$

MAY-2018

1. Un estudiante determinó el porcentaje del ingrediente activo hidróxido de magnesio, Mg(OH)_2 , en un comprimido de antiácido de 1,24 g.

Se añadió el comprimido de antiácido a $50,00 \text{ cm}^3$ de ácido sulfúrico $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$, el que estaba en exceso.

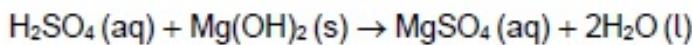
(a) Calcule la cantidad, en mol, de H_2SO_4 .

[1]

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) \ll= 0,0500 \text{ dm}^3 \times 0,100 \text{ mol dm}^{-3} = 0,00500 / 5,00 \times 10^{-3} \text{ «mol»}$$

(b) Formule la ecuación para la reacción del H_2SO_4 con Mg(OH)_2 .

[1]



(c) El exceso de ácido sulfúrico necesitó para su neutralización $20,80 \text{ cm}^3$ de NaOH $0,1133 \text{ mol dm}^{-3}$.

Calcule la cantidad de exceso de ácido presente.

[1]

$$\ll n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \times n(\text{NaOH}) = \frac{1}{2} (0,02080 \text{ dm}^3 \times 0,1133 \text{ mol dm}^{-3}) \ll$$

$$0,001178 / 1,178 \times 10^{-3} \text{ «mol»} \checkmark$$

(d) Calcule la cantidad de H_2SO_4 que reaccionó con el $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

[1]

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) \text{ reaccionaron} \ll= 0,00500 - 0,001178 \gg = 0,00382 / 3,82 \times 10^{-3} \text{ «mol»}$$

(e) Determine la masa de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ en el comprimido de antiácido.

[2]

$$n(\text{Mg}(\text{OH})_2) \ll= n(\text{H}_2\text{SO}_4) \gg = 0,00382 / 3,82 \times 10^{-3} \text{ «mol»} \checkmark$$

$$m(\text{Mg}(\text{OH})_2) \ll= 0,003822 \text{ mol} \times 58,3 \text{ g mol}^{-1} \gg = 0,223 \text{ «g»} \checkmark$$

(f) Calcule el porcentaje en masa de hidróxido de magnesio en el comprimido de antiácido de 1,24 g, con tres cifras significativas.

[1]

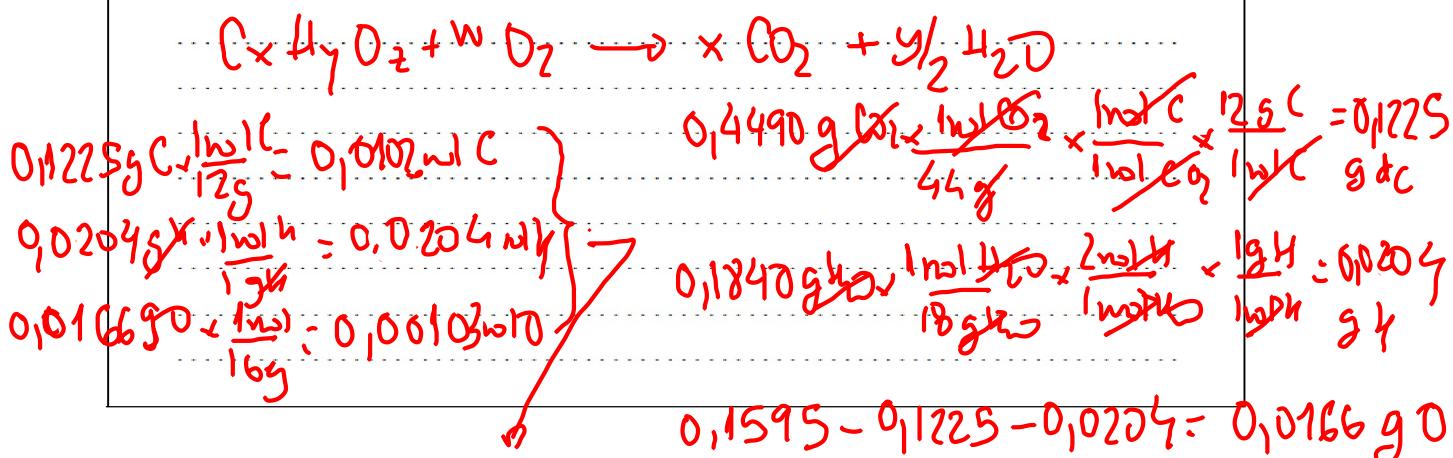
$$\% \text{ Mg}(\text{OH})_2 \ll= \frac{0,223 \text{ g}}{1,24 \text{ g}} \times 100 \gg = 18,0 \text{ «%»} \checkmark$$

NOV-2017

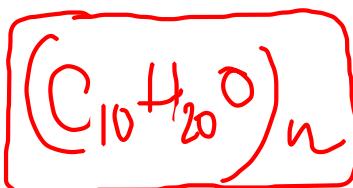
4. El mentol es un compuesto orgánico que contiene carbono, hidrógeno y oxígeno.

(a) La combustión completa de 0,1595 g de mentol produce 0,4490 g de dióxido de carbono y 0,1840 g de agua. Determine la fórmula empírica del compuesto y muestre su trabajo.

[3]



$$\left. \begin{array}{l} \text{C: } \frac{0,0102}{0,00103} \approx 10 \\ \text{H: } \frac{0,0204}{0,00103} \approx 20 \\ \text{O: } \frac{0,00103}{0,0204} \approx 1 \end{array} \right\}$$



$$100200 \text{ Pa} \times \frac{1 \text{ atm}}{101300 \text{ Pa}}$$

- (b) Cuando se vaporizó una muestra de 0,150 g de mentol, ocupó un volumen de 0,0337 dm³ a 150 °C y 100,2 kPa. Calcule su masa molar y muestre su trabajo. [2]

$$\begin{aligned} P \cdot V &= n R T \\ P \cdot V &= \frac{m}{M_m} \cdot R T \Rightarrow M_m = \frac{m \cdot R T}{P \cdot V} \\ M_m &= \frac{0,150 \cdot 0,0182 \cdot (150 + 273)}{(100200 / 101300) \cdot 0,0337} = 156,1 \text{ mol} \end{aligned}$$

MAY-2017

1. Existen muchos óxidos de plata de fórmula Ag_xO_y. Todos ellos se descomponen en sus elementos cuando se los calienta fuertemente.

- (a) (i) Despues de calentar 3,760 g de un óxido de plata, se obtuvieron 3,275 g de plata. Determine la fórmula empírica de Ag_xO_y. [2]

$$n(\text{Ag}) = \frac{3,275 \text{ g}}{107,87 \text{ g/mol}} = 0,03036 \text{ mol}$$

$\frac{0,03036}{0,03031} \approx 1$ / ratio of Ag to O approximately 1 : 1, so

AND

AgO ✓

$$n(\text{O}) = \frac{3,760 \text{ g} - 3,275 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = \frac{0,485}{16,00} = 0,03031 \text{ mol} \checkmark$$

- (ii) Sugiera por qué es posible que la masa final de sólido obtenida calentando 3,760 g de Ag_xO_y sea mayor de 3,275 g e indique una mejora del diseño para la sugerencia que propuso. Ignore cualquier posible error en el procedimiento de pesada. [2]

temperature too low

OR

heating time too short

OR

oxide not decomposed completely ✓

heat sample to constant mass «for three or more trials» ✓

- (b) La plata natural está compuesta por dos isótopos estables, ¹⁰⁷Ag y ¹⁰⁹Ag.

La masa atómica relativa de la plata es 107,87. Muestre que el isótopo ¹⁰⁷Ag es el más abundante. [1]

A_r closer to 107/less than 108 «so more ¹⁰⁷Ag»

OR

A_r less than the average of (107 + 109) «so more ¹⁰⁷Ag» ✓

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

- (b) Una solución que contiene 0,510 g de un ácido monoprótico desconocido, HA, se tituló con NaOH (aq) 0,100 mol dm⁻³. Se necesitaron 25,0 cm³ para alcanzar el punto de equivalencia.

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

$$\text{«}0.100 \text{ mol dm}^{-3} \times 0.0250 \text{ dm}^3\text{»} = 0.00250 \text{ «mol»} \checkmark$$

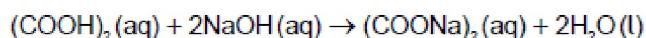
(ii) Calcule la masa molar del ácido. [1]

$$\text{«}M = \frac{0.510 \text{ g}}{0.00250 \text{ mol}} = 204 \text{ «g mol}^{-1}\text{»} \checkmark$$

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).

- (c) Una muestra impura de 5,00 g de ácido etanodioico hidratado, (COOH)₂•2H₂O, se disolvió en agua para preparar 1,00 dm³ de solución. Se titularon muestras de 25,0 cm³ de esta solución con solución de hidróxido de sodio 0,100 mol dm⁻³ usando un indicador adecuado.



El valor medio de la titulación fue de 14,0 cm³.

(i) Calcule la cantidad, en mol, de NaOH en 14,0 cm³ de solución 0,100 mol dm⁻³. [1]

$$\text{«}n(\text{NaOH}) = \left(\frac{14.0}{1000} \right) \text{dm}^3 \times 0.100 \text{ mol dm}^{-3} = 1.40 \times 10^{-3} \text{ «mol»} \checkmark$$

(ii) Calcule la cantidad, en mol, de ácido etanodioico en la muestra de 25,0 cm³. [1]

$$\text{«}\frac{1}{2} \times 1.40 \times 10^{-3} = 7.00 \times 10^{-4} \text{ «mol»} \checkmark$$

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

[3]

ALTERNATIVE 1:

$$\text{mass of pure hydrated ethanedioic acid in each titration} = 7.00 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 126.08 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow 0.0883 / 8.83 \times 10^{-2} \text{ g} \checkmark$$

$$\text{mass of sample in each titration} = \frac{25}{1000} \times 5.00 \text{ g} \Rightarrow 0.125 \text{ g} \checkmark$$

$$\% \text{ purity} = \frac{0.0883 \text{ g}}{0.125 \text{ g}} \times 100 \Rightarrow 70.6 \% \checkmark$$

ALTERNATIVE 2:

$$\text{mol of pure hydrated ethanedioic acid in } 1 \text{ dm}^3 \text{ solution} = 7.00 \times 10^{-4} \times \frac{1000}{25} \Rightarrow 2.80 \times 10^{-2} \text{ mol} \checkmark$$

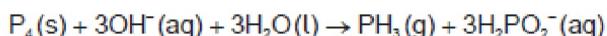
$$\text{mass of pure hydrated ethanedioic acid in sample} = 2.80 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 126.08 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow 3.53 \text{ g} \checkmark$$

$$\% \text{ purity} = \frac{3.53 \text{ g}}{5.00 \text{ g}} \times 100 \Rightarrow 70.6 \% \checkmark$$

MAY-2016

1. La fosfina (nombre IUPAC fosfano) es un hidruro de fósforo, de fórmula PH_3 .

- (c) Se usaron 2,478 g de fósforo blanco para obtener fosfina de acuerdo con la ecuación:



- (i) Calcule qué cantidad, en mol, de fósforo blanco se usó.

[1]

$$\left\langle \frac{2.478}{4 \times 30.97} \right\rangle = 0.02000 \text{ mol} \checkmark$$

- (ii) Este fósforo reaccionó con 100,0 cm^3 de hidróxido de sodio acuoso 5,00 mol dm^{-3} . Deduzca cuál fue el reactivo limitante, muestre su trabajo.

[1]

$$n(\text{NaOH}) = 0.1000 \times 5.00 = 0.500 \text{ mol} \text{ AND P}_4 \text{ phosphorus is limiting reagent} \checkmark$$

$$\text{Accept } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{100}{18} = 5.50 \text{ AND P}_4 \text{ is limiting reagent}$$

- (iii) Determine la cantidad en exceso, en mol, del otro reactivo.

[1]

$$\text{amount in excess} = 0.500 - (3 \times 0.02000) = 0.440 \text{ mol} \checkmark$$

- (iv) Determine el volumen de fosfina obtenido, medido en cm³ a temperatura y presión estándar.

[1]

$$\ll 22.7 \times 1000 \times 0.02000 \gg = 454 \text{ cm}^3 \checkmark$$

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

- (ii) El óxido formado en la reacción con aire contiene 43,6 % de fósforo en masa.

Determine la fórmula empírica del óxido, muestre su método.

[3]

$$n(P) \ll = \frac{43.6}{30.97} \gg = 1.41 \text{ mol} \checkmark$$

$$n(O) \ll = \frac{100 - 43.6}{16.00} \gg = 3.53 \text{ mol} \checkmark$$

$$\ll \frac{n(O)}{n(P)} = \frac{3.53}{1.41} = 2.50 \text{ so empirical formula is } P_2O_5 \gg \checkmark$$

- (iii) La masa molar del óxido es aproximadamente 285 g mol⁻¹.

Determine la fórmula molecular del óxido.

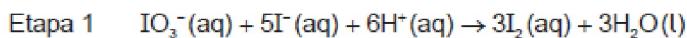
[1]

$$\ll \frac{285}{141.9} = 2.00, \text{ so molecular formula} = 2 \times P_2O_5 = \rightarrow P_4O_{10} \gg$$

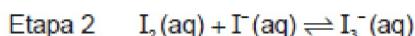
MAY-2016

NOV-2015

1. Un estudiante usó la técnica de la titulación para determinar la concentración de ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) en una muestra de zumo de naranja. Añadió exceso de yoduro de potasio, $KI(aq)$, sobre el zumo de naranja acidificado. Tituló la solución resultante con yodato de potasio, $KIO_3(aq)$, en presencia de almidón como indicador. El punto final de la titulación se puso de manifiesto por la aparición de un color azul negruzco.



El yodo es solo ligeramente soluble en agua; pero en presencia de exceso de iones yoduro, $\text{I}^-(aq)$, forma el ion soluble triyoduro, $\text{I}_3^-(aq)$.



El ácido ascórbico reacciona con los iones triyoduro como sigue.



- (a) (i) Deduzca los cambios del número de oxidación del yodo en la etapa 1. [2]

De IO_3^- a I_2 :

IO_3^- to I_2 : V/+5 to 0;

De I^- a I_2 :

I^- to I_2 : -1/-1 to 0;

- (b) La concentración de KIO_3 usada en la titulación fue de $2,00 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$. La titulación produjo los siguientes resultados.

	Titulación 1	Titulación 2	Titulación 3
Volumen final de KIO_3 ($\pm 0,05 \text{ cm}^3$)	7,10	14,40	21,60
Volumen inicial de KIO_3 ($\pm 0,05 \text{ cm}^3$)	0,00	7,10	14,40
Volumen añadido de KIO_3 ($\pm 0,10 \text{ cm}^3$)	7,10	7,30	7,20
Volumen medio de KIO_3 añadido ($\pm 0,10 \text{ cm}^3$)		7,20	

- (ii) Calcule la incertidumbre porcentual asociada con el volumen medio de $\text{KIO}_3(aq)$. [1]

..... 1.4 (%);

- (ii) El color del zumo de naranja interfirió con el color azul negruzco del punto de equivalencia. Indique el nombre de este tipo de error y sugiera cómo minimizarlo.

[2]

systematic;
- dilute the orange juice;
- Accept other valid suggestions, eg. compare with a standard (showing colour at equivalence) / look at mixture through a yellow filter / add more starch (for a sharper colour change) / filter orange juice (through charcoal).
Do not accept repeat titrations or alternative indicator.

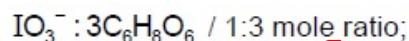
- (iii) Determine la cantidad, en mol, de KIO_3 (aq), en el volumen medio.

[1]

$$1.44 \times 10^{-5} \text{ (mol)};$$

- (c) Determine la cantidad, en mol, de ácido ascórbico, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ (aq), en la muestra de zumo de naranja acidificado.

[2]



$$(1.44 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 3 =) 4.32 \times 10^{-5} \text{ (mol)}$$

- (d) Calcule la masa, en g, de ácido ascórbico, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ (aq), presente en la muestra de zumo de naranja acidificado.

[1]

$$(4.32 \times 10^{-5} \times 176.14 =) 7.61 \times 10^{-3} \text{ (g)};$$