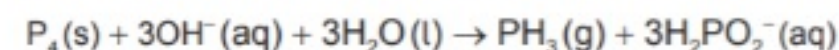




QUIMICA CUANTITATIVA, MODELO BI. 11/10/22

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

(a) 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 $100,0 \text{ cm}^3$ de hidróxido de sodio acuoso $5,00 \text{ mol dm}^{-3}$. Deduzca cuál fue el reactivo limitante, muestre su trabajo.

[1]

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

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

[1]

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

(iv) Determine el volumen de fosfina obtenido, medido en cm^3 a temperatura y presión estándar.

[1]

$$\langle 22.7 \times 1000 \times 0.02000 \rangle = 454 \text{ «cm}^3 \rangle \checkmark$$

Accept methods employing $pV = nRT$, with p as either $100 \text{ (454 cm}^3\text{)}$ or $101.3 \text{ kPa (448 cm}^3\text{)}$. Do not accept answers in dm^3 .

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

(i) El óxido formado en la reacción con aire contiene 43,6 % de fósforo en masa. Determine la fórmula empírica del óxido, mostrando su método.

[3]

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

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

$$\frac{n(\text{O})}{n(\text{P})} = \frac{3.53}{1.41} = 2.50 \text{ so empirical formula is } \text{P}_2\text{O}_5 \checkmark$$

(ii) La masa molar del óxido es aproximadamente 285 g mol^{-1} . Determine la fórmula molecular del óxido.

[1]

$$\frac{285}{141.9} = 2.00, \text{ so molecular formula} = 2 \times \text{P}_2\text{O}_5 = \text{P}_4\text{O}_{10} \checkmark$$

2. Se determinó el porcentaje en masa de carbonato de calcio (CaCO₃) en la cáscara de huevo añadiendo exceso de ácido clorhídrico para asegurarse de que todo el carbonato de calcio había reaccionado, de acuerdo con la reacción (sin ajustar):

$$\text{HCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

Luego, se determinó el exceso de ácido que quedó por reacción con hidróxido de sodio acuoso.

(a) Un estudiante añadió 27,20 cm³ de HCl 0,200 mol dm⁻³ a 0,188 g de cáscara de huevo. Calcule la cantidad, en mol, de HCl añadido.

[1]

$$n(\text{HCl}) (= 0.200 \text{ mol dm}^{-3} \times 0.02720 \text{ dm}^3) = 0.00544 / 5.44 \times 10^{-3} (\text{mol});$$

(b) El exceso de ácido requiere 23,80 cm³ de NaOH 0,100 mol dm⁻³ para su neutralización. Calcule qué cantidad, en mol, de ácido está en exceso.

[1]

$$n(\text{HCl})_{\text{excess}} (= 0.100 \text{ mol dm}^{-3} \times 0.02380 \text{ dm}^3) = 0.00238 / 2.38 \times 10^{-3} (\text{mol});$$

(c) Determine la cantidad, en mol, de HCl que reaccionó con el carbonato de calcio de la cáscara de huevo.

[1]

$$n(\text{HCl})_{\text{reacted}} (= 0.00544 - 0.00238) = 0.00306 / 3.06 \times 10^{-3} (\text{mol});$$

(e) Determine la cantidad, en mol, de carbonato de calcio en la muestra de cáscara de huevo.

[2]

$$n(\text{CaCO}_3) = \left(\frac{1}{2} n(\text{HCl})\right) = \frac{1}{2} \times 0.00306;$$

$$= 0.00153 / 1.53 \times 10^{-3} (\text{mol});$$

(f) Calcule la masa y el porcentaje en masa de carbonato de calcio en la muestra de cáscara de huevo.

[3]

$$M_r(\text{CaCO}_3) (= 40.08 + 12.01 + 3 \times 16.00) = 100.09 / 100.1 / M = 100.09 / 100.1 (\text{g mol}^{-1});$$

Accept 100.

$$m(\text{CaCO}_3) (= nM) = 0.00153 (\text{mol}) \times 100.09 (\text{g mol}^{-1}) = 0.153 (\text{g});$$

$$\% \text{CaCO}_3 \left(= \frac{0.153}{0.188} \times 100 \right) = 81.4 \% / 81.5 \%;$$

Accept answers in the range 79.8 to 81.5 %.

3.

(a) Una muestra de 0,842 g de un haluro de alquilo líquido, RBr(l), se calentó a reflujo con 1,35 × 10⁻² mol de hidróxido de sodio acuoso, NaOH(aq). Después de enfriar la mezcla, se tituló el exceso de NaOH con ácido clorhídrico, HCl(aq), y fueron necesarios 7,36 × 10⁻³ mol del ácido.

(i) Indique la ecuación para la reacción de sustitución del haluro de alquilo con hidróxido de sodio. [1]

$$\text{RBr}(\text{l}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{ROH}(\text{aq}) + \text{NaBr}(\text{aq}) /$$

$$\text{RBr}(\text{l}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{ROH}(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq});$$

Ignore state symbols.

(ii) Calcule la cantidad, en mol, de hidróxido de sodio que reaccionó con el haluro de alquilo. [1]

$$(1.35 \times 10^{-2} - 7.36 \times 10^{-3}) = 6.14 \times 10^{-3} / 6.1 \times 10^{-3} (\text{mol});$$

(iii) Calcule la masa molar del haluro de alquilo. [1]

$$(\text{molar mass} = \frac{0.842}{6.14 \times 10^{-3}} =) 137 (\text{g mol}^{-1});$$

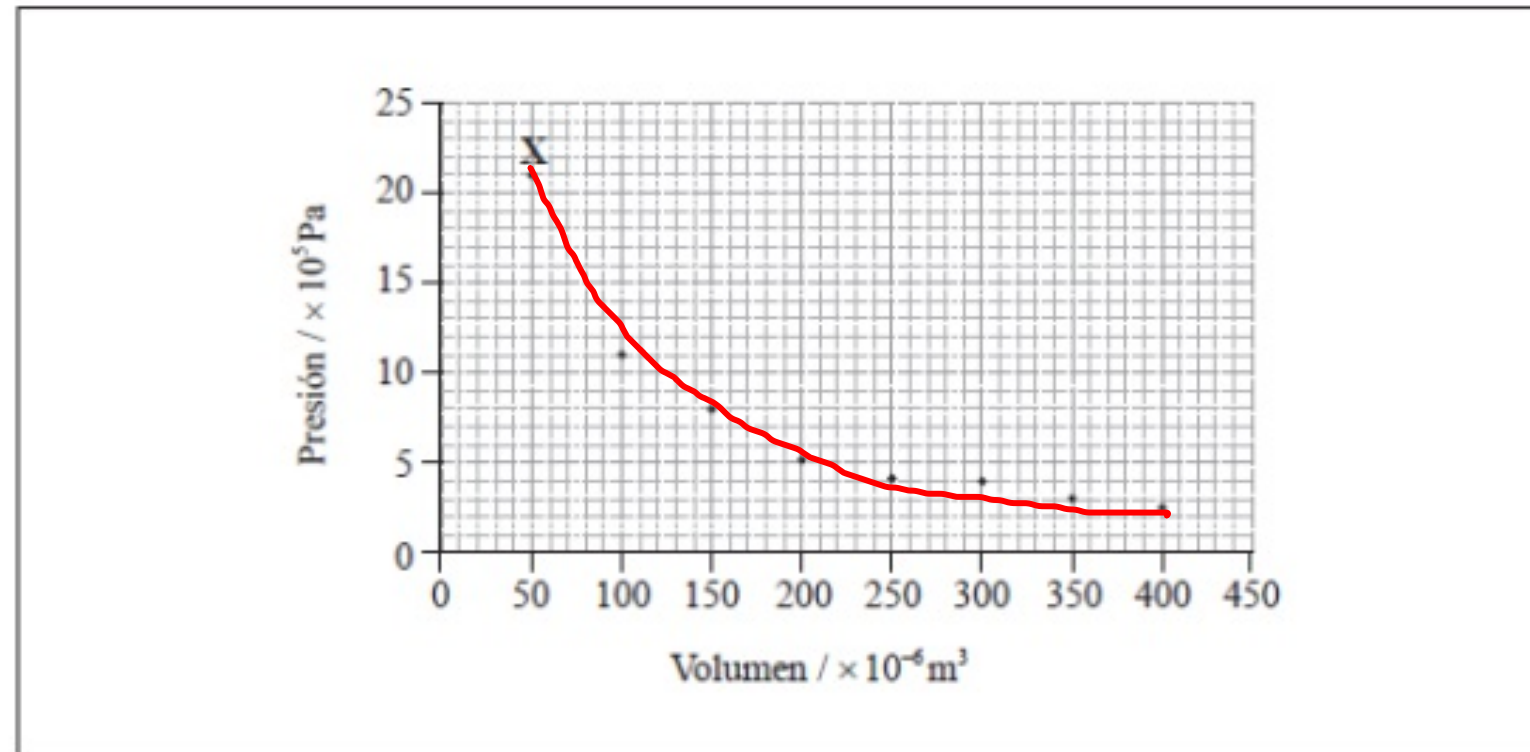
Accept 138.

(iv) Dado que cada molécula de haluro de alquilo contiene un átomo de bromo, determine su fórmula molecular. [1]

$$(137 - 80 = 57 \text{ which corresponds to } \text{C}_4\text{H}_9, \text{ hence molecular formula) } \text{C}_4\text{H}_9\text{Br};$$

4.

A continuación se da una gráfica que muestra los datos de presión y volumen obtenidos para una muestra de dióxido de carbono gaseoso a 330K.



- (a) Dibuje en la gráfica una curva de ajuste óptimo para los datos. [1]
- (b) Deduzca la relación entre la presión y el volumen de la muestra de dióxido de carbono gaseoso. [1]

inversely proportional / $V \propto \frac{1}{p}$ / $P \propto \frac{1}{V}$; Do not accept $V = \frac{1}{p}$ / $P = \frac{1}{V}$
 Accept inverse/negative correlation/relationship.

- (c) Use los datos del punto señalado con una X para determinar la cantidad, en mol, de dióxido de carbono gaseoso en la muestra. [3]

$$p = 21 \times 10^5 / 2.1 \times 10^6 (\text{Pa}) / 2.1 \times 10^3 (\text{kPa}) \text{ and } \dots\dots\dots$$

$$V = 50 \times 10^{-6} / 5.0 \times 10^{-5} (\text{m}^3) / 5.0 \times 10^{-2} (\text{dm}^3); \dots\dots\dots$$

$$\left(n = \frac{pV}{RT} \right) \frac{2.1 \times 10^6 \times 5.0 \times 10^{-5}}{8.31 \times 330}; \dots\dots\dots$$

$$n = 0.038 (\text{mol}); \dots\dots\dots$$

.....