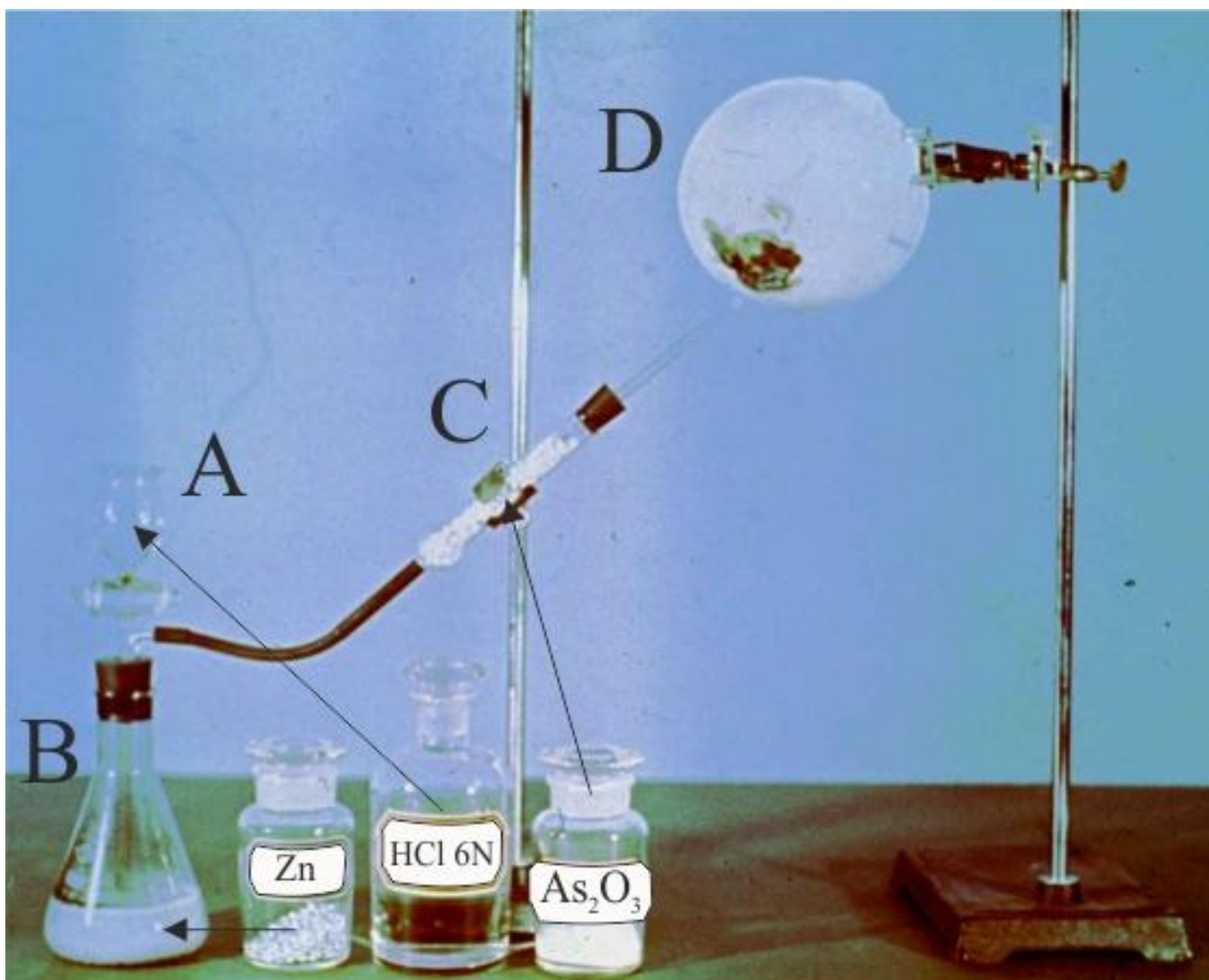


## PROBLEMAS VISUALES DE QUÍMICA

PVQ12-1\*\*\*



Fotografía 1

La reacción que vamos a estudiar la presentó en el Diario filosófico de Edimburgo en 1838, James Marsh, ayudante de Faraday, y por eso se la conoce como Test de Marsh para el reconocimiento del arsénico, que fue importantísima para aclarar una serie a asesinatos por envenenamiento con arsénico. En el embudo de decantación A se dispone ácido clorhídrico 6N, y en el erlenmeyer B, unos gramos de cinc en granos. Se abre la llave del embudo y al reaccionar el HCl con el Zn se produce una corriente de hidrógeno que al pasar por el óxido de arsénico(III) de C, lo reduce hasta arsina, producto gaseoso inestable y explosivo, que reaccionando con el oxígeno del aire del balón D, entra en ignición, dando lugar a un depósito marrón de arsénico en el fondo de D.

Se pregunta:

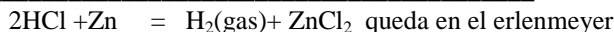
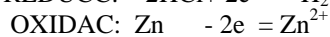
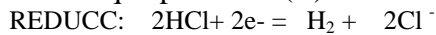
- Formule las reacciones que tienen lugar, ajustándolas e indicando su naturaleza
- Los gramos del depósito formado, suponiendo que reaccionen los 10 g. de óxido de arsénico depositados en C
- El volumen mínimo del ácido clorhídrico necesario, suponiendo que el rendimiento de la reacción que ocurre en B, sea del 60%

DATOS:

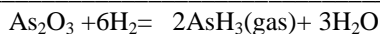
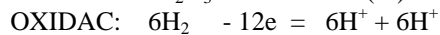
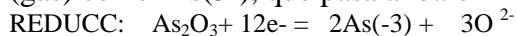
Masas atómicas: As:74,9 ; O:16, Cl; 35,5; H:1

## SOLUCIÓN

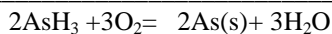
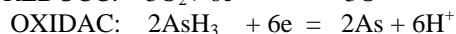
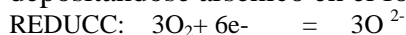
a) La primera reacción es de desplazamiento del hidrógeno(I), del ácido clorhídrico, por el cinc, que pasa a Zn(II)



En la segunda reacción, el hidrógeno reduce al óxido de arsénico(III), del tubo C hasta arsina  $\text{AsH}_3$  (gas) con el As(3-), que pasa al balón D



La tercera reacción, ocurre en el balón D, la arsina se oxida de forma explosiva con el oxígeno, depositándose arsénico en el fondo del balón.



b) Según la estequiometría de la reacción, por cada mol de óxido de arsénico se producen dos de arsénico en D.

$$\text{Masa molar del } \text{As}_2\text{O}_3 = 74,9 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 197,8 \text{ g/mol}$$

$$\text{Moles de } \text{As}_2\text{O}_3 \quad n_{\text{As}_2\text{O}_3} = 10 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{197,8 \text{ g}} = 0,05 \text{ mol} . \text{ Como por cada mol se producen 2 de As.}$$

$$g_{\text{As}} = 0,05 \text{ mol} \cdot \frac{2 \text{ mol As}}{1 \text{ mol } \text{As}_2\text{O}_3} \cdot \frac{74,9 \text{ g}}{\text{mol As}} = 7,49 \text{ g}$$

c)

Por cada mol de  $\text{As}_2\text{O}_3$ , se necesitan más de 6 moles de hidrógeno, según la estequiometría de la segunda reacción redox, y la pérdida de rendimiento, vemos cuántos moles de hidrógeno serán necesarios.

$$n_{\text{H}_2} = 0,05 \text{ mol}_{\text{As}_2\text{O}_3} \cdot \frac{6 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol } \text{As}_2\text{O}_3} \cdot \frac{100}{60} = 0,5, \text{ y harían falta el doble de HCl}$$

$$6 \frac{\text{Eq}}{\text{L}} \cdot \frac{\text{mol}}{\text{Eq}} = \frac{1 \text{ mol}}{\text{V}}; \text{ V} = 0,166 \text{ L}$$

## PVQ12-2\*

### *Cristal de sulfato de cobre pentahidratado\**

Fotografías



Fotografía 2



Fotografía 1

Las fotografías corresponden a un cristal grande de sulfato de cobre pentahidratado. Las fotografías se han hecho desde distintas posiciones para dar idea del tamaño del cristal.

La masa del cristal es 790 gramos y su densidad  $2300 \text{ kg/m}^3$ .

- Calcule el volumen del cristal y expréselo en centímetros cúbicos
- Determine los moles de sulfato de cobre y de agua que existen en el mencionado cristal
- Calcule los gramos de cobre que contiene el cristal
- Determine los átomos de oxígeno que existen en el cristal
- Supongamos que existe una máquina que es capaz de contar los átomos de oxígeno con una rapidez de un millón cada segundo, calcule el tiempo que emplearía la citada máquina en contar todos los átomos de oxígeno del cristal
- Calentando intensamente el cristal lo podríamos transformar en óxido de cobre (II), determine los gramos que se obtendrían de este producto.

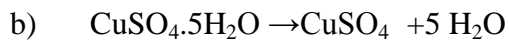


Fotografía 3

- Datos: Masas atómicas: S=32, O=16, Cu=63,5 ; H=1. Número de Avogadro =  $6,02 \cdot 10^{23}$

## SOLUCIÓN

$$a) \quad d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d} = \frac{790 \text{ g}}{2300 \frac{10^3 \text{ g}}{10^6 \text{ cm}^3}} = 343 \text{ cm}^3$$



Masa molar del  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 63,5 + 32 + 4 \cdot 16 + 5 \cdot 18 = 249,5 \text{ g/mol}$

$$\text{Moles de sulfato de cobre en el cristal} \quad n = \frac{790 \text{ g}}{249,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3,17 \text{ mol}$$

Moles de agua en el cristal  $5 \cdot 3,17 = 15,85$

- c) En un mol de sulfato de cobre pentahidratado existe combinado un mol de cobre, luego en el cristal hay 3,17 moles de cobre.

$$\text{Gramos de cobre en el cristal} \quad 3,17 \cdot 63,5 \cdot \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 201,3 \text{ g}$$

- d) En un mol de sulfato de cobre pentahidratado existen  $4 + 5 = 9$  moles de átomos de oxígeno...  
En los 3,17 moles de sulfato de cobre pentahidratado hay  $9 \cdot 3,17 = 28,53$  moles de átomos de oxígeno

$$\frac{1 \text{ mol de átomos de oxígeno}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos}} = \frac{3,17}{x} \Rightarrow x = 1,908 \cdot 10^{24} \text{ átomos}$$

e)

$$\frac{10^6 \text{ átomos de oxígeno}}{1 \text{ s}} = \frac{1,908 \cdot 10^{24}}{t} \Rightarrow t = 1,908 \cdot 10^{18} \text{ s}$$

$$t = 1,908 \cdot 10^{18} \text{ s} \cdot \frac{\text{año}}{365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = 6,05 \cdot 10^{10} \text{ años}$$

- f) El cobre contenido en el sulfato de cobre pentahidratado pasa a formar parte del compuesto  $\text{CuO}$ . Hemos calculado en el apartado c) que hay 3,17 moles de cobre, por tanto se habrán formado 3,17 moles de  $\text{CuO}$ .

Masa molar del  $\text{CuO} \rightarrow 63,5 + 16 = 79,5 \text{ g/mol}$

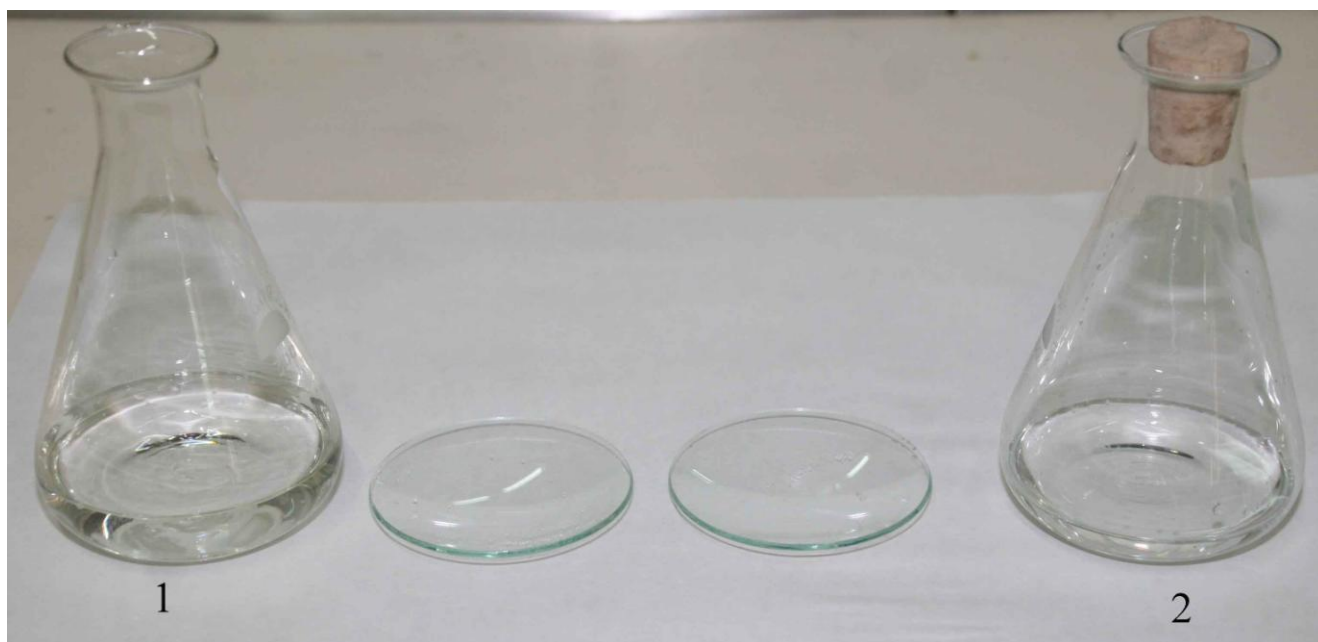
$$\text{Gramos de CuO formados} : 3,17 \text{ mol} \cdot 79,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 252 \text{ g}$$

# PVQ12-3\*

## Obtención del BROMO

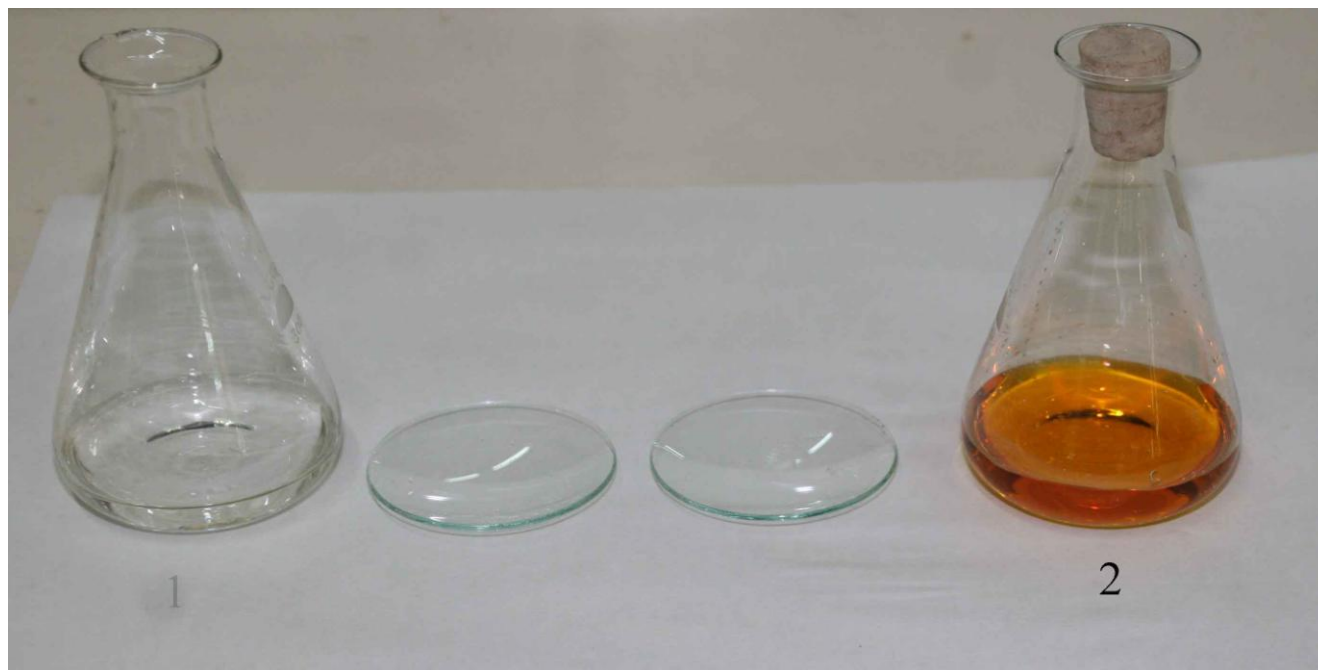


Fotografía 1



Fotografía 2





Fotografía 3

En la fotografía 1 aparecen los reactivos que se van a utilizar para realizar una reacción química. El erlenmeyer 1 contiene agua, el vidrio de reloj que está su lado contiene 1,00 gramo de bromuro de potasio, el otro vidrio de reloj 1,00 gramo de bromato de potasio y la botella, ácido sulfúrico diluido.

En a fotografía 2 se han añadido los dos sólidos en el erlenmeyer 1 y se ha agitado hasta su disolución completa. En el erlenmeyer 2 se ha añadido ácido sulfúrico.

En la fotografía 3 parte del contenido del erlenmeyer 1 se ha añadido al 2 y de inmediato aparece una fuerte coloración marrón debido a la formación de bromo.

Masas atómicas: Bromo 80 , Oxígeno 16 , Potasio 39 .

- Escribe con la nomenclatura química las especies químicas que aparecen en la fotografía 1.
- Calcula los moles de sustancia que hay en cada vidrio de reloj.
- Los dos sólidos se disuelven en agua, esto indica que el tipo de enlace de ambos compuestos es ¿iónico o covalente?
- Escribe la formula de los iones que existen en el agua del erlenmeyer 1, después de disolver los sólidos.
- Si el ácido sulfúrico está totalmente dissociado indica qué iones existen en la disolución diluida de ese ácido.
- En la fotografía 3 al añadir el ácido sulfúrico se ha producido una reacción entre los iones, Escribe con nomenclatura química dicha reacción, teniendo en cuenta que se ha formado bromo molecular.
- Iguala la anterior reacción redox
- Indica qué ión se ha agotado completamente en la reacción y cuántos moles del otro quedan sin reaccionar
- En Química se dice que en una reacción química existen iones espectadores que son los que no participan en la reacción, indica que ión procedente de los sólidos es espectador en la reacción y cuál procedente del ácido.

## SOLUCIÓN

a) Bromuro de potasio, KBr ; Bromato de potasio KBrO<sub>3</sub> ; H<sub>2</sub>O , H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

b) Masas molares : KBr = 39+80=119 ; KBrO<sub>3</sub> =39+80+(3\*16)= 167

$$\frac{1\text{g}}{80\frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0125 \text{ mol KBr} ; \quad \frac{1\text{g}}{167\frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0060 \text{ mol KBrO}_3$$

c) La solubilidad en agua sugiere que los compuestos son predominantemente iónicos.

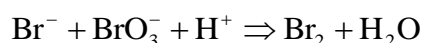
d) Disociación del bromuro de potasio:  $\text{KBr} \rightarrow \text{K}^+ + \text{Br}^-$

Disociación del bromato de potasio:  $\text{KBrO}_3 \rightarrow \text{K}^+ + \text{BrO}_3^-$

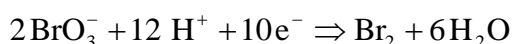
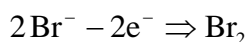
Procedentes de la pequeña disociación del agua:  $\text{H}^+ + \text{OH}^-$

e)  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

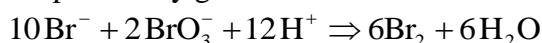
f) En el erlenmeyer 2, se ha creado un medio ácido por la adición del sulfúrico y en ese medio han reaccionado los iones bromuro con los iones bromato, produciendo bromo que en la fotografía aparece de color marrón.



g) La reacción anterior es una reacción redox en la los iones bromuro se oxidan a bromo y los iones bromato se reducen a bromo



Multiplicamos la primera ecuación por cinco y la sumamos a la segunda, con lo que cancelamos los electrones perdidos y ganados.



h) La ecuación igualada en el apartado anterior nos dice que la proporción de los reactivos es:

$$\frac{10 \text{ moles de KBr}}{2 \text{ moles de KBrO}_3}$$

Si reaccionase todo el KBr, esto es, los 0,0125 moles, que se han añadido al erlenmeyer, lo harían con

$$\frac{10 \text{ moles de KBr}}{2 \text{ moles de KBrO}_3} = \frac{0,0125 \text{ moles de KBr}}{x} \Rightarrow x = 0,0025 \text{ mol de KBrO}_3$$

Como se han añadido 0,0060 > 0,0025 moles de KBrO<sub>3</sub>, desaparece todo el bromuro de potasio y quedan sin reaccionar de bromato de potasio 0,0060-0,0025= 0,0035 moles.

i) Al añadir el bromato y el bromuro al agua, también se ha añadido iones potasio, los cuales no intervienen en la reacción. Además, al añadir el ácido sulfúrico de han adicionado iones sulfato SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> que tampoco intervienen en la reacción.