

X OPOS VALENCIA JUNIO 1990 X

PROBLEMA N°1 Se inflaman en un eudiómetro 95 cc de una mezcla de monóxido de carbono, dióxido de carbono y acetileno, con 150 cc de oxígeno. Después de la combustión, el volumen resultante es de 175 cc que, con 200 cc de hidrógeno, se vuelven a inflamar, dejando esta vez un residuo gaseoso de 225 cc. Calcular el volumen de cada gas en la mezcla inicial.

Solución:

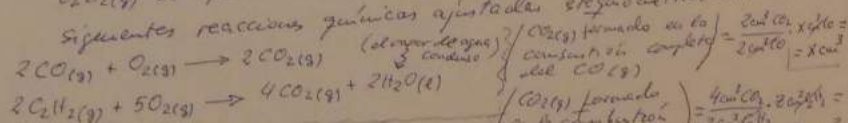
Tomando en cuenta la ecuación de los gases perfectos:
 $V = \frac{nRT}{P}$; a presión, P, y temperatura, T, constantes, en el eudiómetro obtenemos $V = \text{cte} \cdot n$; es decir, volumen, V, y número de moles, n, de un gas ideal, son directamente proporcionales. Esto nos va a permitir trabajar en cm^3 en vez de en moles.

* Antes de la 1ª combustión

Mezcla gaseosa combustible:
 $x \text{ cm}^3 \text{ CO(g)}$
 $y \text{ cm}^3 \text{ CO}_2(\text{g})$
 $z \text{ cm}^3 \text{ C}_2\text{H}_2(\text{g})$
 Comburente: $150 \text{ cm}^3 \text{ O}_2(\text{g})$
 $(x+y+z) \text{ cm}^3 = 95 \text{ cm}^3$ ecuación 1

* Después de la 1ª combustión

El oxígeno en la 1ª combustión estaba en exceso ya que ante con hidrógeno en la 2ª combustión. Consecuentemente el $\text{CO}(\text{g})$ y el $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ se quemar completamente generando $\text{CO}_2(\text{g})$ según las siguientes reacciones químicas ajustadas estequiométricamente:



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{O}_2(\text{g}) \text{ gastado en la} \\ \text{combustión del CO(g)} \end{array} \right\} = \frac{1 \text{ cm}^3 \text{ O}_2}{2 \text{ cm}^3 \text{ CO}} \cdot x \text{ cm}^3 \text{ CO} = \frac{x}{2} \text{ cm}^3 \text{ O}_2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{O}_2(\text{g}) \text{ gastado en la} \\ \text{combustión del C}_2\text{H}_2(\text{g}) \end{array} \right\} = \frac{5 \text{ cm}^3 \text{ O}_2}{2 \text{ cm}^3 \text{ C}_2\text{H}_2} \cdot z \text{ cm}^3 \text{ C}_2\text{H}_2 = \frac{5z}{2} \text{ cm}^3 \text{ O}_2$$

Exceso de oxígeno que queda sin reaccionar: $(150 - \frac{x}{2} - \frac{5z}{2}) \text{ cm}^3$
 \therefore Volumen resultante después de la 1ª combustión = $x + y + 2z + (150 - \frac{x}{2} - \frac{5z}{2})$
 (en cm^3) $175 \text{ cm}^3 = (150 + \frac{x}{2} + y - \frac{z}{2}) \text{ cm}^3$

$$(\frac{x}{2} + y - \frac{z}{2} = 175 - 150 = 25) \times 2 \Rightarrow x + 2y - z = 50 \quad \text{Ecuación 2}$$

* DESPUÉS DE LA 2ª COMBUSTIÓN

La reacción química será: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Supongamos que el $\text{H}_2(\text{g})$ es el reactivo limitante, entonces, sobrará $\text{O}_2(\text{g})$ en la reacción química:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{O}_2(\text{g}) \text{ gastado} \\ \text{en la combustión del H}_2(\text{g}) \end{array} \right\} = \frac{1 \text{ cm}^3 \text{ O}_2}{2 \text{ cm}^3 \text{ H}_2} \cdot 200 \text{ cm}^3 \text{ H}_2 = 100 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Exceso de O}_2(\text{g}) \text{ que quedará} \\ \text{sin reaccionar} \end{array} \right\} = (150 - \frac{x}{2} - \frac{5z}{2} - 100) \text{ cm}^3 \text{ O}_2 =$$

$$p = (50 - \frac{x}{2} - \frac{5z}{2}) \text{ cm}^3 \text{ O}_2$$

$$\text{CO}_2(\text{g}) \text{ inicialmente presente} = (x + y + 2z) \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{VOLUMEN TOTAL DEL} \\ \text{RESIDUO GASEOSO QUE QUEDA} \end{array} \right\} = 50 - \frac{x}{2} - \frac{5z}{2} + x + y + 2z =$$

$$p = (50 + \frac{x}{2} + y - \frac{z}{2}) \text{ cm}^3 = 225 \text{ cm}^3$$

$\therefore \frac{x}{2} + y - \frac{z}{2} = 225 - 50 = 175$ $\times 2 \Rightarrow x + 2y - z = 350$ Pero en la ecuación 2 ya vimos que $x + 2y - z = 50$; luego llegamos a un ABSURDO y concluimos que el $\text{H}_2(\text{g})$ no puede ser el reactivo limitante.

Supongamos, por tanto, que el $\text{O}_2(\text{g})$ es el reactivo limitante,

entonces sobrará $\text{H}_2(\text{g})$ en la reacción química:
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{H}_2(\text{g}) \text{ gastado} \\ \text{en la combustión} \\ \text{de todo el O}_2(\text{g}) \end{array} \right\} = \frac{2 \text{ cm}^3 \text{ H}_2}{1 \text{ cm}^3 \text{ O}_2} \cdot (150 - \frac{x}{2} - \frac{5z}{2}) \text{ mol de O}_2 \text{ que queda sin reaccionar}$

$$\text{Exceso de H}_2(\text{g}) \text{ que queda sin reaccionar} = 200 - (300 - x - 5z) = (x + 5z - 100) \text{ cm}^3$$

$$\text{CO}_2(\text{g}) \text{ inicialmente presente} = (x + y + 2z) \text{ cm}^3$$

$$\text{Ecuación 3}$$

$$2x + y + 7z = 325 \quad \Leftrightarrow \quad 2x + y + 7z - 100 = 225$$

Resolvemos el sistema de 3 ec. con 3 incógnitas:

$$\text{ec. 1} \cdot (-1) \rightarrow -x - y - z = -95$$

$$\text{ec. 2} \rightarrow x + 2y - z = 50$$

$$y - 2z = -45$$

$$\text{ec. 2} \cdot (-2) \rightarrow -2x - 4y + 2z = -100$$

$$\text{ec. 3} \rightarrow 2x + y + 7z = 325$$

$$-3y + 9z = 225$$

$$\text{ec. 1} \cdot \frac{3}{2}$$

$$\therefore x = 95 - y - z = 95 - 15 - 30 = 50$$

$$\text{TOTAL RESIDUO GASEOSO QUE QUEDA} = x + 5z - 100 + x + y + 2z = 2x + y + 7z - 100$$

$$3y - 6z = -135$$

$$-3y + 9z = 225$$

$$3z = 90 \Rightarrow z = \frac{90}{3} = 30 \text{ cm}^3 \text{ C}_2\text{H}_2(\text{g})$$

$$y = 2z - 45 = 2 \cdot 30 - 45 = 60 - 45 = 15$$

$$\therefore y = 15 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2(\text{g})$$

$$\therefore x = 50 \text{ cm}^3 \text{ CO(g)}$$