

Problema nº 1

El análisis de una piedra caliza refleja que está compuesta de un 94,52% de CaCO_3 , un 4,16% de MgCO_3 y un 1,32% de inertes. La descomposición térmica de la piedra genera CaO , MgO y CO_2 , con un rendimiento de un 56%. Calcular: a) ¿Cuántas Tm de CaO se obtendrán a partir de 4 Tm de dicha caliza?, b) ¿Qué volumen de CO_2 recogido sobre agua a 760 mm Hg y 20°C se obtiene con 100 g de caliza?

DATOS: Pesos atómicos: C = 12,0 ; Ca = 40,0 ; Mg = 24,3 ; O = 16,0
 Presión de vapor del agua a 20°C = 17,54 mm Hg

RESOLUCIÓN

La descomposición térmica de ambos carbonatos da:



lo cual nos indica que el CaO se obtiene exclusivamente a partir del Carbonato de calcio (CaCO_3) mientras que el dióxido de carbono (CO_2) se obtiene a partir de ambos carbonatos.

A) Si tenemos 4 Tm de caliza, las cantidades de ambos carbonatos que tendremos, expresadas en Kg y Kmol son:

$$\text{CaCO}_3: 94,52\% \implies 4000 \cdot 0,9452 = \mathbf{3780,8 \text{ Kg de CaCO}_3} \implies \frac{3780,8}{100} = 37,808 \text{ Kmol de CaCO}_3$$

$$\text{MgCO}_3: 4,16\% \implies 4000 \cdot 0,0416 = 166,4 \text{ Kg de MgCO}_3 \implies \frac{166,4}{84,3} = 1,974 \text{ Kmol de MgCO}_3$$

De acuerdo con la estequiometría de la reacción, por cada mol de CaCO_3 que se descompone, se obtiene 1 mol de CaO , por lo que en este caso, se obtendrán: 37,808 Kmol de CaO , y otras tantas de CO_2 si el rendimiento fuera del 100%, pero como este rendimiento es del 56%, solamente se obtendrá el 56% de esas cantidades:

$$\text{CaO: } 56\% \text{ de } 37,808 \text{ Kmoles} = \mathbf{21,172 \text{ Kmoles de CaO} = 1185,63 \text{ Kg de CaO que se obtienen}}$$

B) El CO_2 se obtiene de ambos carbonatos; del de calcio, como ya hemos calculado, 37,808 Kmol y del carbonato de magnesio, como podemos ver por la estequiometría de la reacción, por cada mol de carbonato se obtiene 1 molo de dióxido de carbono, por lo que se obtendrán: 1,974 Kmoles de CO_2 .

La cantidad total de CO_2 será, por tanto = 37,808 + 1,974 = 39,782 Kmol, con un rendimiento del 100% pero dado que este rendimiento es solamente del 56%, se obtendrá solamente el 56% de dicha cantidad, que es

$$\text{CO}_2: 56\% \text{ de } 39,782 \text{ Kmol} = \mathbf{22,278 \text{ Kmol de CO}_2 = 980,23 \text{ Kg de CO}_2 \text{ que se obtienen}}$$

Si esta cantidad se recoge sobre agua, se obtendrá una mezcla de gases: en CO_2 y el vapor de agua, siendo la presión total del conjunto 760 mm Hg. Teniendo en cuenta la ley de Dalton de las presiones parciales, la presión total (760 mm) será igual a la suma de las presiones parciales de ambos gases:

$$\mathbf{P_t = P_{\text{AGUA}} + P_{\text{CO}_2}}; \quad 760 = 17,54 + P_{\text{CO}_2}; \quad P_{\text{CO}_2} = 760 - 17,54 = \mathbf{742,46 \text{ mm Hg}}$$

Y una vez conocida ya la presión del dióxido de carbono, le aplicamos la Ecuación general de los gases ideales, teniendo en cuenta que conocemos la presión (742,46 mm Hg), el nº de moles de CO_2 : 22.282 moles y la temperatura: 293°K, y así:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \implies \frac{742,46}{760} \cdot V = 22278 \cdot 0,082 \cdot 293 \quad \mathbf{V = 5479896 \text{ litros} = 548 \text{ m}^3 \text{ de CO}_2}$$