



# CHEMISTRY

## Chapter 23

**3th**  
SECONDARY

ESTEQUIOMETRÍA III



 **SACO OLIVEROS**



# ESTEQUIOMETRÍA

Aunque la palabra suene complicada, usamos la Estequiometría todos los días en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, para calcular cuánta materia





# ESTEQUIOMETRÍA III

## RENDIMIENTO DE UNA REACCIÓN

Para definir el rendimiento de una reacción primero tenemos que conocer el rendimiento teórico y rendimiento real.

### 1. EL RENDIMIENTO TEÓRICO

Viene a ser la cantidad máxima de un producto obtenido cuando se ha consumido totalmente (100%) y es el reactivo limitante. Esta cantidad se determina por estequiometría

**Cantidad teórica → 100% de rendimiento**

**Cantidad real → %R de rendimiento**



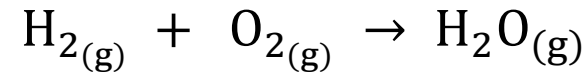
### 2. EL RENDIMIENTO REAL

Es la cantidad obtenida de un producto en forma práctica o experimental cuando se ha consumido el reactivo limitante y es menor que el rendimiento teórico debido a diversos factores como las impurezas, deficiencias en los equipos, presión etc.

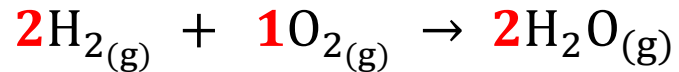
$$\%R = \frac{\text{cantidad real}}{\text{cantidad teórica}} \times 100\%$$

**EJEMPLO**

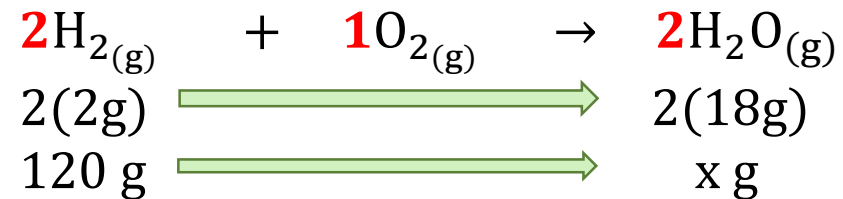
Se combinan 120 g de gas hidrógeno con suficiente cantidad de gas oxígeno por acción de una chispa eléctrica y se forman 864 g de agua. Determine el rendimiento de la reacción.



La ecuación balanceada es:



Calculamos la masa teórica de agua que se debe formar:



$$X = \frac{120 \times 36}{4}$$



$$X = 1080\text{g H}_2\text{O}$$

Finalmente calculamos el rendimiento de la reacción:

$$\%e = \%r = \frac{\text{cantidad experimental}}{\text{cantidad teórica}} \times 100\%$$

$$\%R = \frac{864}{1080} \times 100$$

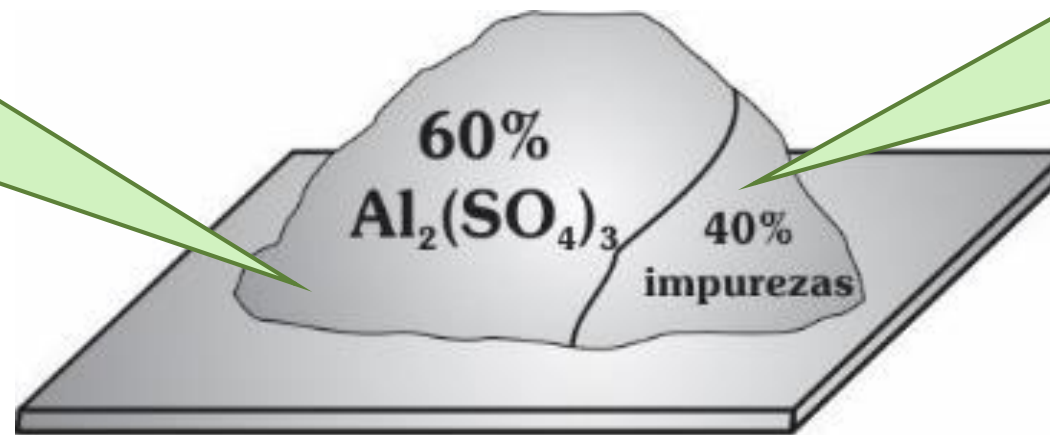
$$\%R = 80$$

## PUREZA DE REACTIVOS

En muchos procesos químicos se utilizan reactivos que tienen cierto grado de impurezas expresado en porcentaje.

Estas impurezas no participan en las reacciones químicas.

La masa de sulfato de aluminio es el 60% de 2,5 kg que equivale a 1,5 kg (si reacciona).



La masa de impurezas es el 40% de 2,5 kg que equivale a 1,0 kg. (no reacciona)

**$m = 2,5 \text{ kg}$**



### EJEMPLO

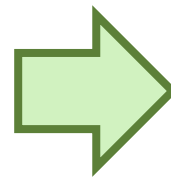
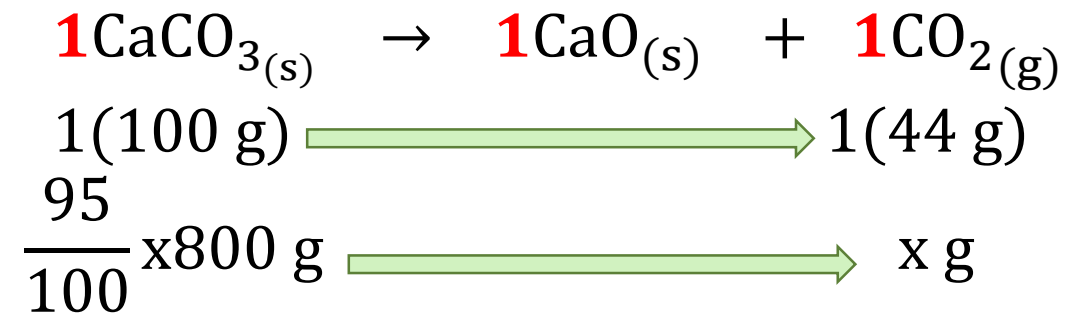
Se calentó 800 g de un mineral de piedra caliza que contiene 95% en masa de carbonato de calcio. ¿Qué masa de dióxido de carbono se obtuvo en esta descomposición química?

$$\text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$$

La ecuación balanceada es:



La masa de carbonato de calcio que se descompone es solo el 95% del mineral:

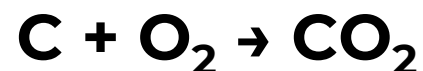


$$X = \frac{95 \times 800 \times 44}{100 \times 100}$$

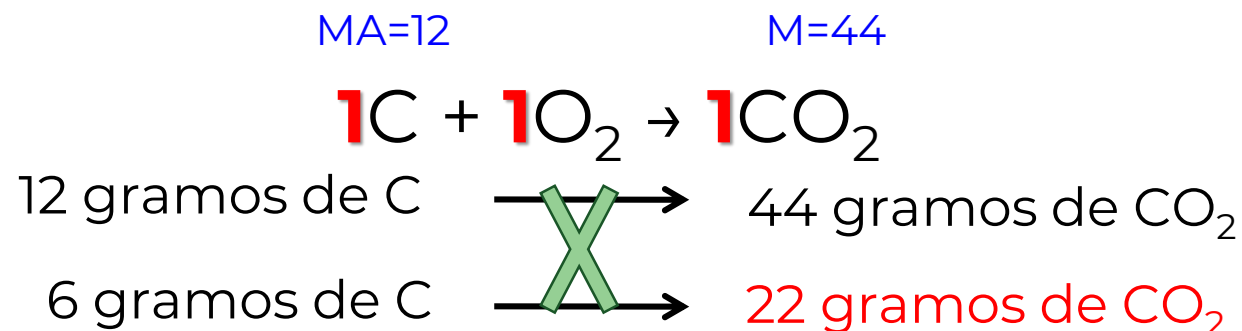
$$X = 344 \text{ g de CO}_2$$

A partir de 6 g de carbono se obtienen 11 g de  $\text{CO}_2$ . Determine el rendimiento de la reacción.

Datos m.A. : C=12, O=16



### RESOLUCIÓN



Calculamos:

|                              |   |       |
|------------------------------|---|-------|
| 22 gramos de CO <sub>2</sub> | → | 100 % |
| 11 gramos de CO <sub>2</sub> | → | %R    |

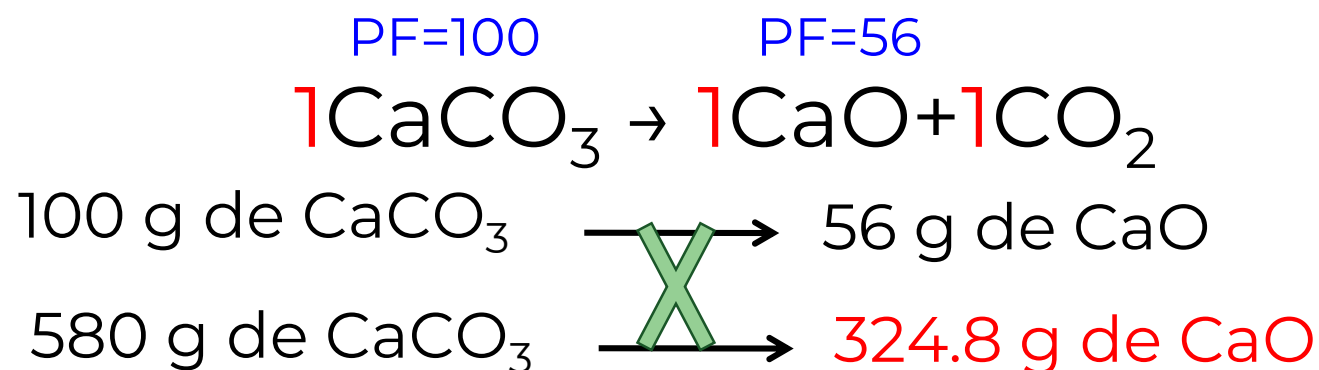
**R = 50 %**

Se introduce 580 g de  $\text{CaCO}_3$  a una hoguera y se calcina, produciendo 280 g de  $\text{CaO}$ . ¿Cuál es el rendimiento del proceso?

Datos: m.F. ( $\text{CaCO}_3=100$ ,  $\text{CaO}=56$ )



### RESOLUCIÓN



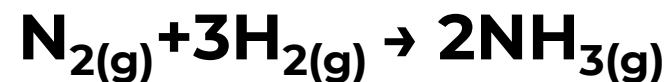
Calculamos:

$$\begin{array}{ccc}
 324.8 \text{ g de CaO} & \longrightarrow & 100 \% \\
 280 \text{ g de CaO} & \longrightarrow & \%R
 \end{array}$$

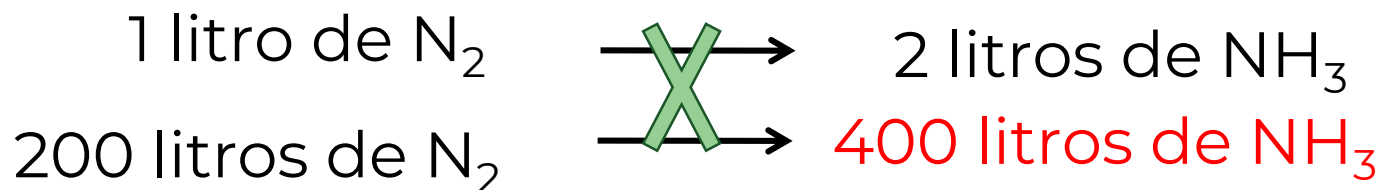
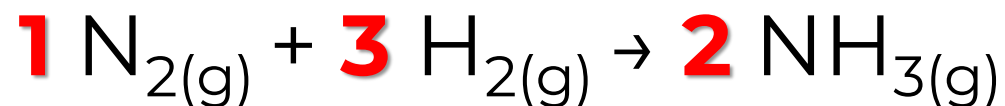
$$\mathbf{R = 86.2 \%}$$



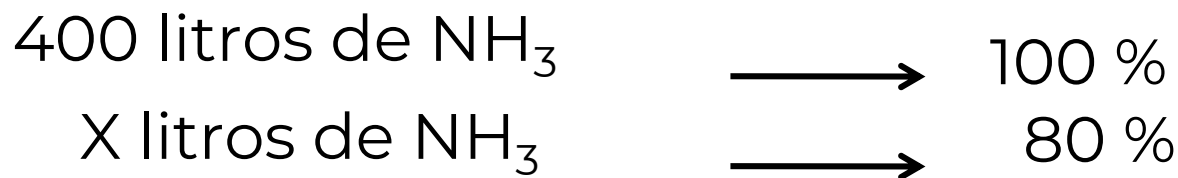
¿Qué volumen de  $\text{NH}_3$  con un rendimiento de 80% se producirá con 200 litros de  $\text{N}_2$ ?



### RESOLUCIÓN



Calculamos:



**X = 320L de  $\text{NH}_3$**

¿Cuántos moles de cloruro de potasio (KCl) se formarán al descomponerse 24 mol de clorato de potasio ( $\text{KClO}_3$ ) si el rendimiento de la reacción es de 75%?



### RESOLUCIÓN

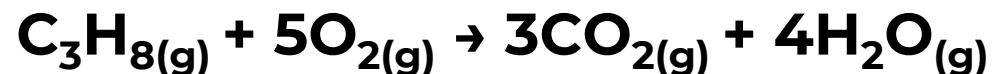


Calculamos:

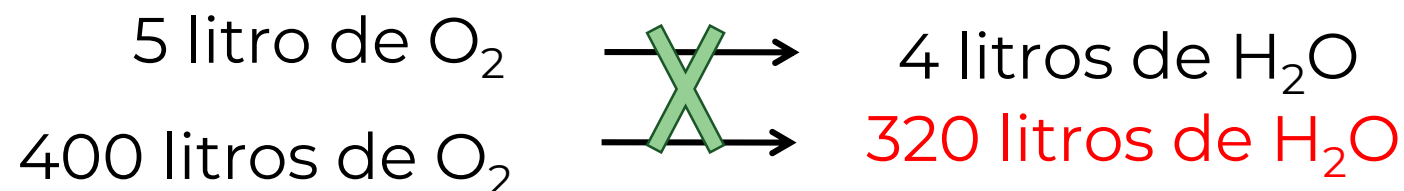
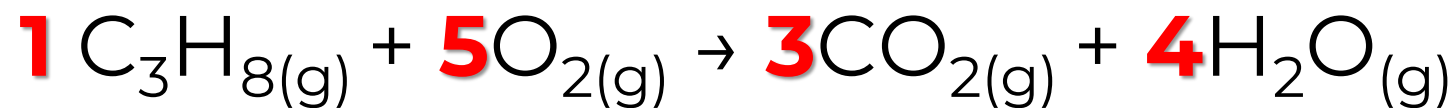


$$X = 18 \text{ mol de KCl}$$

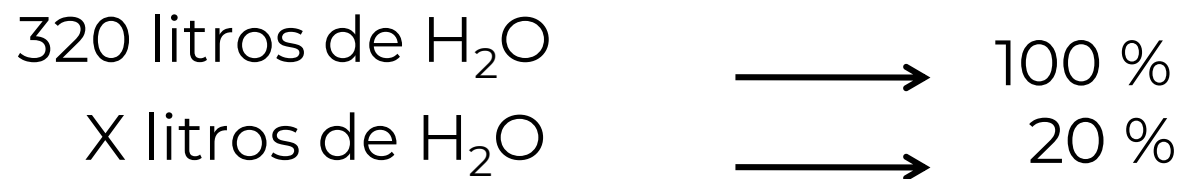
¿Qué volumen de agua con un rendimiento del 20% se producirá con 400 litros de oxígeno?



### RESOLUCIÓN

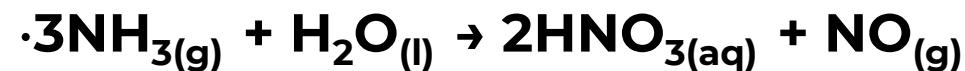
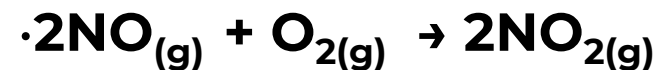
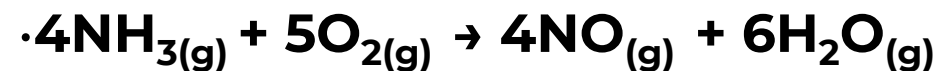


Calculamos:



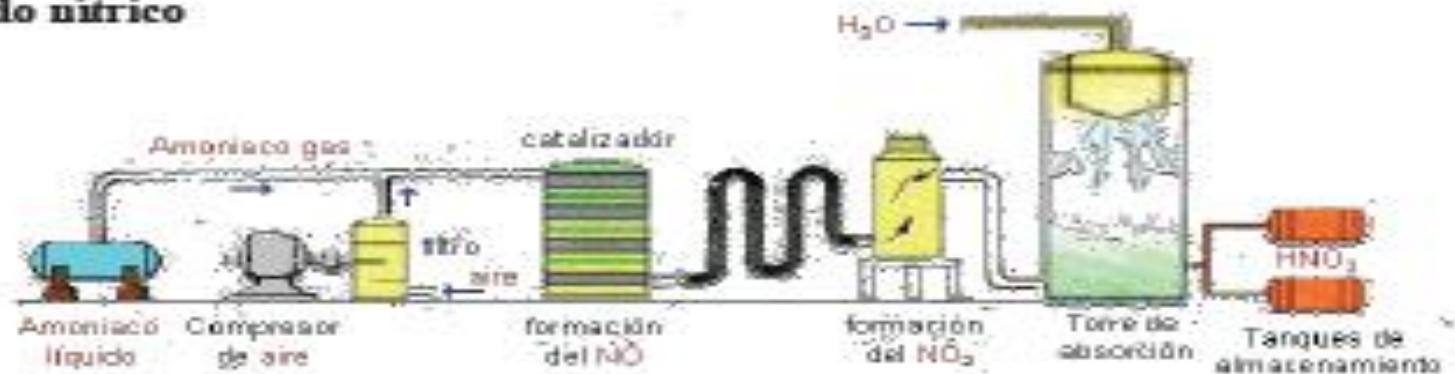
**X=64L de H<sub>2</sub>O**

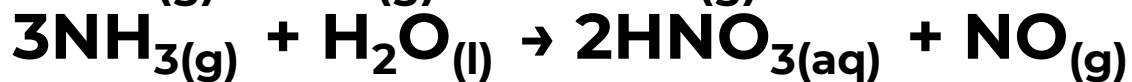
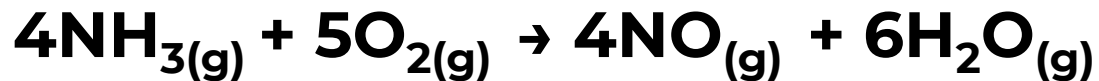
•El ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) es un líquido incoloro que se descompone fácilmente. Genera vapores tóxicos de olor sofocante. Es cáustico y corrosivo. La mayor parte del ácido nítrico producido se destina a la producción de fertilizantes inorgánicos, y habitualmente se neutralizan con amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) para formar nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). El ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ , se produce a partir de amoníaco y oxígeno según las siguientes reacciones consecutivas:



Con respecto a la última reacción determine el rendimiento de la reacción si se parte de 69 g de  $\text{NO}_2$  y se produce 21 g de  $\text{HNO}_3$ .

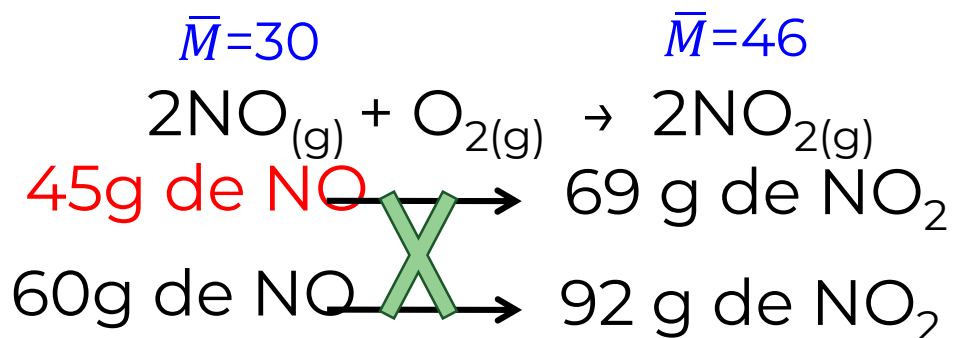
Producción de ácido nítrico



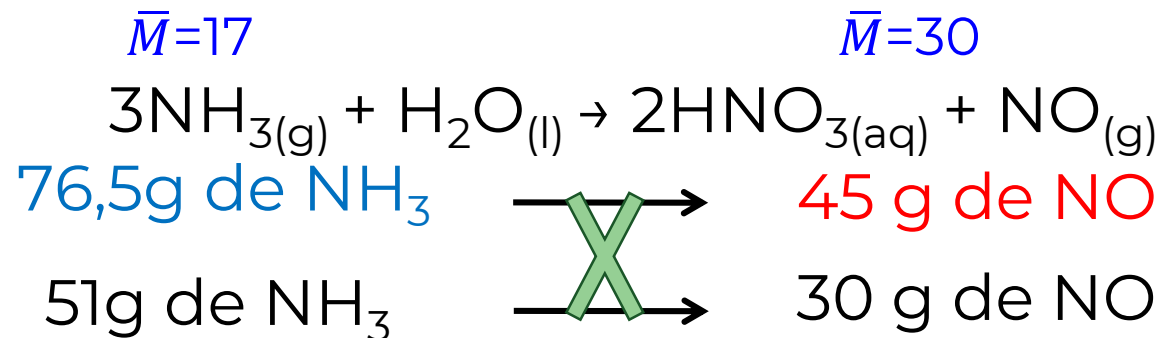
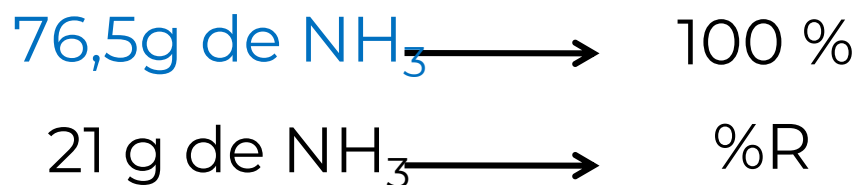


Con respecto a la última reacción determine el rendimiento de la reacción si se parte de 69 g de  $\text{NO}_2$  y se produce 21 g de  $\text{HNO}_3$ .

### RESOLUCIÓN



Calculamos:



**R= 27,45%**

Los reactivos que se emplean con frecuencia en los laboratorios e industrias presentan impurezas y esto afecta la calidad del producto, el cual no se obtendrá en estado puro. Como las reacciones estequiométricas se basan en sustancias puras es necesario estar seguros que las cantidades tomadas para los cálculos correspondan a material puro que se encuentra en los reactivos con impurezas. Según lo planteado por la pureza las sustancias, una de las reacciones primarias en la refinación de hierro en un alto horno, es la del óxido férrico o hematita con el monóxido de carbono. La ecuación balanceada para la reacción es

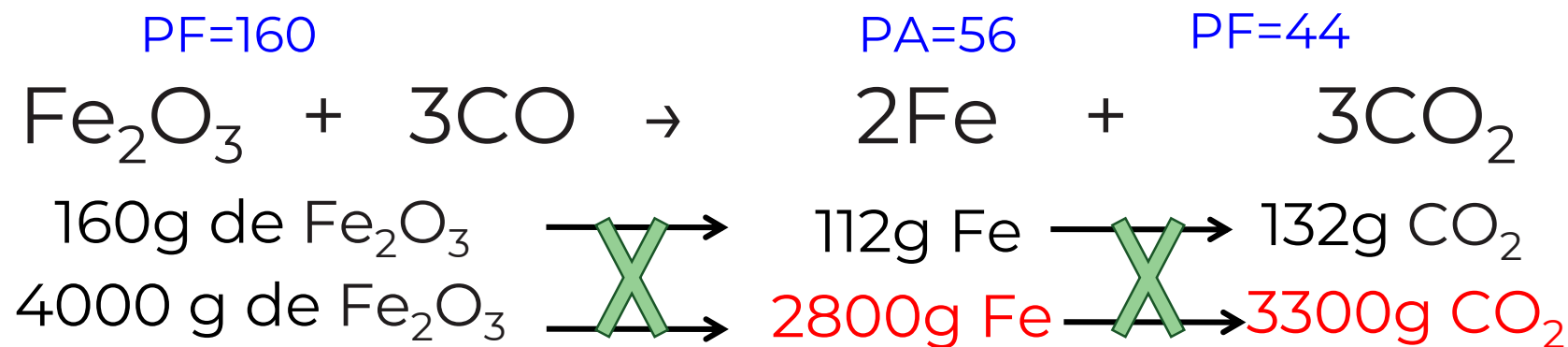


a. Si la reacción es del 94 %, ¿cuánto hierro puede obtenerse de 4000 g de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?

b. ¿Cuántos gramos de gas carbónico, como subproducto de contaminación, pueden obtenerse a partir de 4000 g de óxido férrico?

- a. Si la reacción es del 94 %, ¿cuánto hierro puede obtenerse de 4000 g de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?
- b. ¿Cuántos gramos de gas carbónico, como subproducto de contaminación, pueden obtenerse a partir de 4000 g de óxido férrico?

### RESOLUCIÓN



Calculamos:

$$\begin{array}{ccc}
 2800\text{ g de Fe} & \longrightarrow & 100\% \\
 \text{X g de Fe} & \longrightarrow & 94\%
 \end{array}$$

$$\boxed{\text{X} = 2632\text{ g}}$$

$$\begin{array}{ccc}
 3300\text{ g de CO}_2 & \longrightarrow & 100\% \\
 \text{Y g de CO}_2 & \longrightarrow & 94\%
 \end{array}$$

$$\boxed{\text{Y} = 3102\text{ g}}$$



*Muchas  
gracias*