

# Las reacciones químicas

2<sup>a</sup> PARTE

---

**Física y Química**

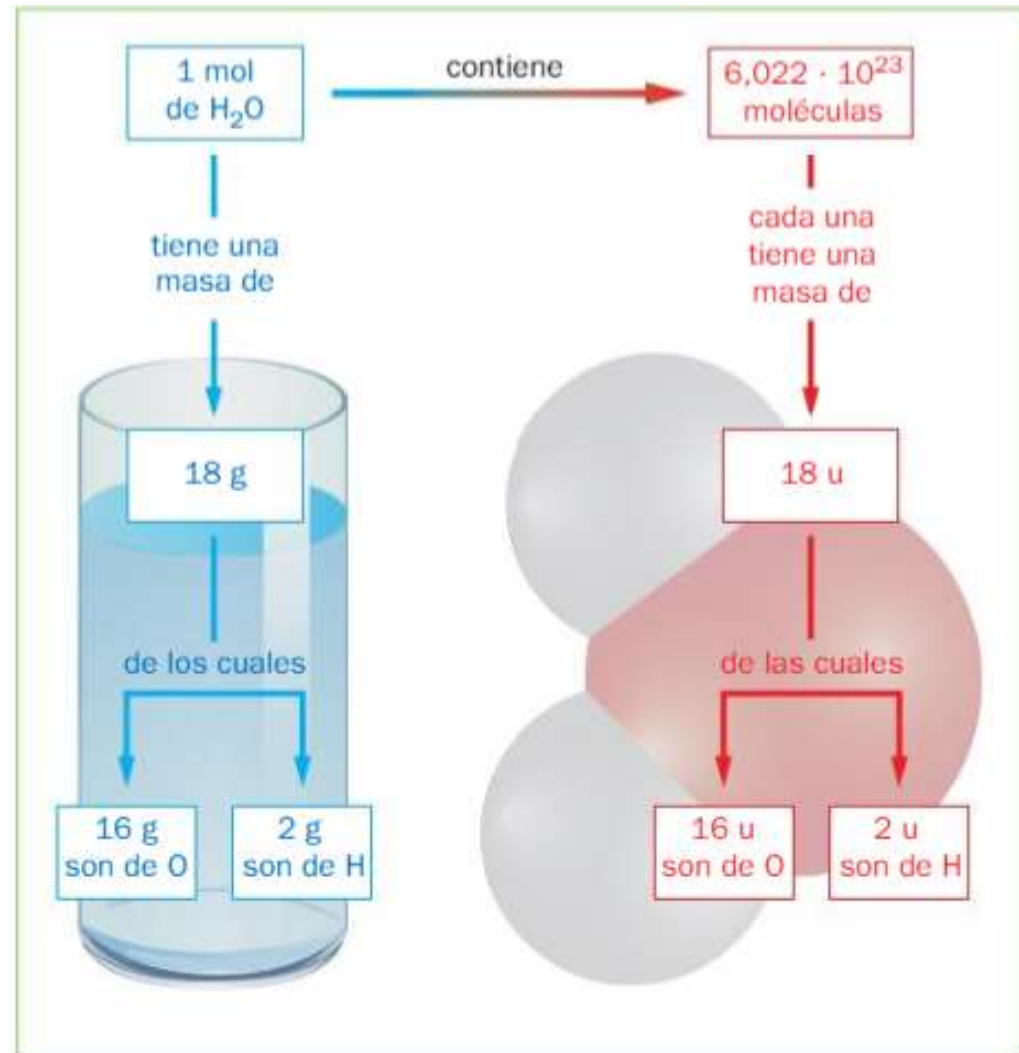
# Repaso en un esquema



Como la masa de átomos y moléculas es muy pequeña, para trabajar en el laboratorio, es necesario escoger un número muy grande de átomos y/o moléculas.

Al número  $6,02 \cdot 10^{23}$  se le llama **número de Avogadro**

**MOL:** cantidad de sustancia que contiene  $6,02 \cdot 10^{23}$  partículas (átomos, moléculas, iones, electrones, ...)



# Interpretación de una ecuación química



Las reacciones ocurren átomo a átomo, eso quiere decir que las masas de las sustancias que intervienen en ellas, ya sean reactivos o productos, no son cualesquiera, sino que guardan una proporción determinada.

Recuerda, utilizamos el **mol** para establecer relaciones entre la masa de una sustancia y el número de moléculas o átomos que contiene:

|                   | Reactivos   |  | → | Productos  |  |
|-------------------|---|--|---|--|--|
|                   | CH <sub>4</sub>   | + 2 O <sub>2</sub>   |   | CO <sub>2</sub>  | + 2 H <sub>2</sub> O   |
| En moléculas      | 1 molécula de metano  | 2 moléculas de oxígeno   |   | 1 molécula de dióxido de carbono                               | 2 moléculas de agua  |
| En moles          | 1 mol de moléculas de metano                                | 2 mol de moléculas de oxígeno  |   | 1 mol de moléculas de dióxido de carbono                       | 2 mol de moléculas de agua   |
|                   | 1 mol de CH <sub>4</sub> tiene una masa de: 12 + 1·4 = 16 g | 1 mol de O <sub>2</sub> tiene una masa de: 16 · 2 = 32 g<br>2 mol = 64 g |   | 1 mol de CO <sub>2</sub> tiene una masa de: 12 + 16 · 2 = 44 g | 1 mol de H <sub>2</sub> O tiene una masa de: 1·2 + 16 = 18 g<br>2 mol = 36 g |
| En masa           | 16 g de metano  | 64 g de oxígeno  |   | 44 g de dióxido de carbono                                     | 36 g de agua   |
| 80 g de reactivos |   |  |   | 80 g de productos  |  |

# Ejercicios



- 1 Escribe en tu cuaderno, como en el ejemplo anterior, la información que proporcionan las siguientes ecuaciones químicas ajustadas:

a)

|              |             | Reactivos                                  |                      | Productos                            |  |
|--------------|-------------|--|----------------------|--------------------------------------|--|
|              |             | $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 \rightarrow$ |                      | $4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$ |  |
| En moléculas | molécula de |  | moléculas de oxígeno |                                      | moléculas de agua  |
| En moles     |             |  |                      |                                      |  |
|              |             |  |                      |                                      | 1 mol de $\text{H}_2\text{O}$ tiene una masa de: $1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ g}$ |
| En masa      | g de        |  | g de                 |                                      | g de agua  |
|              |             | g de reactivos                             |                      | g de productos                       |  |

b)

|              |             | Reactivos                                 |                      | Productos         |  |
|--------------|-------------|---|----------------------|-------------------|--|
|              |             | $3 \text{Cl}_2 + 2 \text{Fe} \rightarrow$ |                      | $2 \text{FeCl}_3$ |  |
| En moléculas | molécula de |   | moléculas de oxígeno |                   |  |
| En moles     |             |   |                      |                   |  |
|              |             |   |                      |                   |  |
| En masa      | g de        |   | g de                 |                   |  |
|              |             | g de reactivos                            |                      | g de productos    |  |

Datos:

masas atómicas (u)

Cl=35,5

H=1

O=16

N=14

Fe=56

# Ejercicios



- 2 Razona verdadero/falso:
- En una reacción la masa de los reactivos es igual a la masa de los productos
  - En una reacción química, siempre se conserva el número de moléculas
  - Si hay dos reactivos en una reacción, solo puede haber dos y nada más que dos, productos
  - En la reacción  $2 \text{CO (g)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow 2 \text{CO}_2 \text{(g)}$ : 2 moléculas de CO reaccionan con 1 átomo de O para dar 2 moléculas de  $\text{CO}_2$
  - La disolución de azúcar en el café es un proceso químico
  - En 1 mol de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y en un mol de agua oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), hay el mismo número de átomos



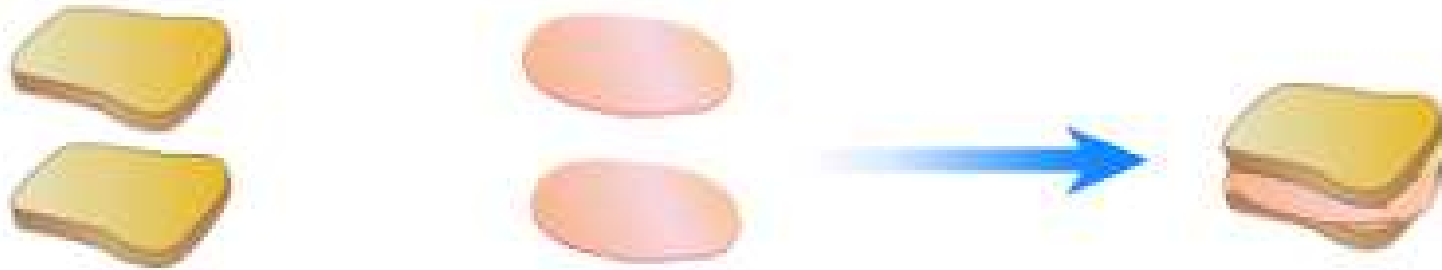
# Cálculos estequiométricos



Son **cálculos** que nos permiten averiguar, la cantidad que se podrá obtener de un producto a partir de determinada cantidad de un reactivo, o la cantidad de un reactivo, necesaria para obtener cierta cantidad de un producto.

## ¿Cómo realizar este tipo de cálculos?

Vamos a verlo con un ejemplo, la ecuación de formación de un sándwich, si, si hacer cálculos después de ajustar correctamente una ecuación química, es tan fácil como preparar sándwiches:



# Cálculos estequiométricos



La ecuación de formación de un sándwich se puede representar así:



- a) ¿Qué relación hay entre el número de lonchas y el de rebanadas? **2:2**
- b) Si quieres preparar 6 sándwiches, ¿cuántas rebanadas y lonchas necesitas?  
**Necesitarías 12 rebanadas y 12 lonchas**
- c) ¿Cuántas lonchas de jamón se combinarán con 10 rebanadas de pan? **10 lonchas**
- d) Si tienes 24 rebanadas de pan y 15 lonchas de jamón, ¿cuántos sándwiches completos podrás preparar? ¿Qué te sobrará: pan o jamón? Podrías preparar **7 sándwiches completos**; sobrarían **10 rebanadas de pan** y **1 loncha** de jamón

**Pasos a seguir:**

Al calentar el clorato de potasio  $\text{KClO}_3$  se descompone en cloruro de potasio,  $\text{KCl}$  y oxígeno,  $\text{O}_2$ . Escribe la ecuación ajustada y calcula cuántos moles de clorato de potasio son necesarios para obtener 5 mol de  $\text{O}_2$ . Datos: masas atómicas (u):  $\text{K}=39$ ;  $\text{Cl}=35,5$ ;  $\text{O}=16$

1 Escribimos la ecuación química y la ajustamos:



2 De todas las sustancias que participan en la reacción destacamos en la pregunta, dos:

sustancia **DATO**: oxígeno  
sustancia **INCÓGNITA**:  $\text{KClO}_3$

3 Hacemos una tabla y debajo de cada sustancia ponemos la información que proporciona la ecuación ajustada, la “receta” en mol y en gramos:

|          | Reactivos                | Productos                  |                    |
|----------|--------------------------|----------------------------|--------------------|
|          | $2 \text{KClO}_3$        | $\rightarrow 2 \text{KCl}$ | $+ 3 \text{O}_2$   |
| En moles | 2 mol clorato de potasio | 2 mol cloruro de potasio   | 3 mol oxígeno      |
| En masa  | 245 g                    | 149 g                      | 96 g               |
|          | <b>INCÓGNITA: ?</b>      |                            | <b>DATO: 5 mol</b> |

Masas moleculares:

$$M(\text{KClO}_3) = 39 + 35,5 + 16 \cdot 3 = 122,5 \text{ u}$$

$$M(\text{KCl}) = 39 + 35,5 = 74,5 \text{ u}$$

$$M(\text{O}_2) = 16 \cdot 2 = 32 \text{ u}$$

4 Hacemos el **cálculo**: arrancamos con la sustancia DATO y seguimos el caminito de los factores de conversión, aplicando las relaciones de la tabla, hasta llegar al resultado:

$$5 \text{ mol } \text{O}_2 \cdot \frac{2 \text{ mol } \text{KClO}_3}{3 \text{ mol } \text{O}_2} = 3,33 \text{ mol de } \text{KClO}_3$$

El magnesio, reacciona con oxígeno, O<sub>2</sub> para dar óxido de magnesio. Escribe y ajusta la ecuación y halla la masa de óxido de magnesio que se obtiene a partir de 8 g de oxígeno

Datos: masas atómicas (u): Mg=12; O=16

1 Escribimos la ecuación química y la ajustamos:



2 Buscamos en el enunciado:

sustancia **DATO**: oxígeno  
sustancia **INCÓGNITA**: MgO

3 En la tabla, debajo de cada sustancia ponemos la “receta” en mol y en gramos:

|          | Reactivos             |                  | Productos                  |
|----------|-----------------------|------------------|----------------------------|
|          | 2 Mg + O <sub>2</sub> |                  | → 2 MgO                    |
| En moles | 2 mol de magnesio     | 1 mol de oxígeno | 2 mol de óxido de magnesio |
| En masa  | 48 g                  | 32 g             | 80 g                       |
|          |                       | DATO: 8 g        | INCÓGNITA: x?              |

Masas moleculares:

$$M(\text{Mg}) = 24 \text{ u}$$

$$M(\text{O}_2) = 16 \cdot 2$$

$$M(\text{MgO}) = 24 + 16 = 40 \text{ u}$$

4 Hacemos el **cálculo**: arrancamos con la sustancia DATO y seguimos el caminito de los factores de conversión, aplicando las relaciones de la tabla, hasta llegar al resultado:

$$8 \text{ g O}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \cdot \frac{2 \text{ mol MgO}}{1 \text{ mol O}_2} \cdot \frac{40 \text{ g MgO}}{1 \text{ mol MgO}} = 20 \text{ g de MgO}$$



El amoníaco  $\text{NH}_3$ , reacciona con el oxígeno,  $\text{O}_2$  para dar monóxido de nitrógeno,  $\text{NO}$  y agua. Calcula la masa de agua que se podrá obtener a partir de 60 g de amoníaco

Datos: masas atómicas (u):  $\text{N}=14$ ;  $\text{H}=1$ ;  $\text{O}=16$

1 Ecuación química ajustada:  $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$

2 sustancia **DATO**: amoníaco sustancia **INCÓGNITA**: agua

3 En la tabla debajo de cada sustancia ponemos la “receta” en mol y en gramos:

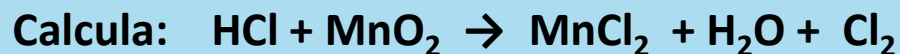
|          | Reactivos                      |               | Productos  |               |
|----------|--------------------------------|---------------|--|---------------|
|          | $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2$ |               | $\rightarrow 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$ |               |
| En moles | 4 mol amoníaco                 | 5 mol oxígeno | 4 mol monóxido de nitrógeno                      | 6 mol agua    |
| En masa  | 68 g                           | 160 g         | 120 g  | 108 g         |
|          | DATO: 60 g                     |               |  | INCÓGNITA: x? |

Masas moleculares:  
 $M(\text{NH}_3) = 14 + 1 \cdot 3 = 17 \text{ u}$   
 $M(\text{O}_2) = 16 \cdot 2 = 32 \text{ u}$   
 $M(\text{NO}) = 14 + 16 = 30 \text{ u}$   
 $M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ u}$

4 Hacemos el cálculo: arrancamos con la sustancia DATO y seguimos el caminito de los factores de conversión, aplicando las relaciones de la tabla, hasta llegar al resultado:

$$60 \text{ g NH}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \cdot \frac{6 \text{ mol H}_2\text{O}}{4 \text{ mol NH}_3} \cdot \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 95,3 \text{ g de H}_2\text{O}$$

El cloro Cl<sub>2</sub>, se puede obtener en el laboratorio a partir de la reacción sin ajustar.



- a) la masa de dióxido de manganeso, necesaria para obtener 5 g de cloro  
 b) La masa de cloruro de manganeso(II) que se formará.

libro-pág. 119

Datos: masas atómicas (u): Cl=35,5; Mn=55; O=16; H=1

1 Ecuación química ajustada:  $4 \text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

2 sustancia **DATO**: cloro  
 sustancia **INCÓGNITA**: dióxido de manganeso

3 En la tabla debajo de cada sustancia ponemos la "receta" en mol y en gramos:

|          | Reactivos  |                        | Productos               |            |             |
|----------|--|------------------------|-------------------------|------------|-------------|
|          | $4 \text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ |                        |                         |            |             |
| En moles | 4 mol HCl  | 1 mol MnO <sub>2</sub> | 1 mol MnCl <sub>2</sub> | 2 mol agua | 1 mol cloro |
| En masa  | 146 g  | 87 g                   | 126 g                   | 36 g       | 71 g        |
|          |  | INCÓGNITA: ?           |                         |            | DATO: 5 g   |

Masas moleculares:

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ u}$$

$$M(\text{MnO}_2) = 87 \text{ u}$$

$$M(\text{MnCl}_2) = 126 \text{ u}$$

$$M(\text{Cl}_2) = 71 \text{ u}$$

4 Hacemos el cálculo: arrancamos con la sustancia DATO y seguimos el caminito de los factores de conversión, aplicando las relaciones de la tabla, hasta llegar al resultado:

$$\text{a) } 5 \text{ g Cl}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \cdot \frac{87 \text{ g MnO}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} = 6,13 \text{ g MnO}_2$$

$$\text{b) } 5 \text{ g Cl}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol MnCl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \cdot \frac{126 \text{ g MnCl}_2}{1 \text{ mol MnCl}_2} = 8,8 \text{ g MnCl}_2$$

# Ejercicios



- 3 Ajusta la ecuación y calcula los gramos de oxígeno  $O_2$  que se obtienen en la descomposición de 3 mol de agua:  $H_2O \rightarrow O_2 + H_2$

*Masas atóm. (u)*

*K=39*

*H=1*

*O=16*

*Cl=35,5*

- 4 Escribe la reacción entre el ácido clorhídrico y el hidróxido de potasio, para dar cloruro de potasio y agua. Calcula la cantidad de sustancia, en mol y en gramos:
- a) Que se obtendrá de cloruro de potasio a partir de 5 mol de hidróxido de potasio y exceso de ácido clorhídrico.
- b) Que se formará de agua a partir de 20 g de HCl y exceso de KOH

# Ejercicios



- 3 Ajusta la ecuación y calcula los gramos de oxígeno  $O_2$  que se obtienen en la descomposición de 3 mol de agua:  $H_2O \rightarrow O_2 + H_2$

La reacción de descomposición del agua es:  $2 H_2O (l) \rightarrow 2 H_2 (g) + O_2 (g)$

Si partimos de 3 mol de agua:

$$3 \cancel{\text{ mol } H_2O} \cdot \frac{1 \cancel{\text{ mol } O_2}}{2 \cancel{\text{ mol } H_2O}} \cdot \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \cancel{\text{ mol } O_2}} = 48 \text{ g } O_2$$

Masas atóm. (u)

K=39

H=1

O=16

Cl=35,5

- 4 Escribe la reacción entre el ácido clorhídrico y el hidróxido de potasio, para dar cloruro de potasio y agua. Calcula la cantidad de sustancia, en mol y en gramos:
- a) Que se obtendrá de cloruro de potasio a partir de 5 mol de hidróxido de potasio y exceso de ácido clorhídrico.
- b) Que se formará de agua a partir de 20 g de HCl y exceso de KOH

La reacción es:  $HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$

a) Masa molar (KCl) = 39 + 35,5 = 74,5 g/mol.

La relación estequiométrica entre las dos sustancias es 1.

Por tanto, si partimos de 5 mol de hidróxido de potasio y exceso del otro reactivo, obtendremos 5 mol de cloruro de potasio.

$$5 \cancel{\text{ mol } KOH} \cdot \frac{74,5 \text{ g } KCl}{1 \cancel{\text{ mol } KOH}} = 372,5 \text{ g } KCl$$

b) Con exceso de hidróxido de potasio reaccionará todo el cloruro de hidrógeno.

Masa molar (HCl) = 1 + 35,5 = 36,5 g/mol. Masa molar ( $H_2O$ ) = 18 g/mol.

$$20 \cancel{\text{ g } HCl} \cdot \frac{1 \cancel{\text{ mol } HCl}}{36,5 \cancel{\text{ g } HCl}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{ mol } H_2O}}{1 \cancel{\text{ mol } HCl}} \cdot \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \cancel{\text{ mol } H_2O}} = 9,86 \text{ g } H_2O$$

# Ejercicios



5 Para la reacción:  $2 \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{SO}_3 (\text{g})$ , calcula:

- Cuántos gramos de oxígeno hacen falta para que reaccionen con 16 g de  $\text{SO}_2$
- Cuántos gramos de  $\text{SO}_3$  se obtendrán en este caso.

*Masas atóm. (u)*

*S=32*

*H=1*

*O=16*

*C=12*

6 Uno de los combustibles más utilizados es el propano  $\text{C}_3\text{H}_8$ . Se quema cuando reacciona con oxígeno,  $\text{O}_2$  dando dióxido de carbono y agua. Escribe y ajusta la ecuación para la reacción de combustión del propano y halla:

- mol de propano que habrá que quemar para obtener 12 mol de  $\text{CO}_2$
- masa de  $\text{O}_2$  necesaria para obtener 12 mol  $\text{CO}_2$

# Ejercicios



- 5 Para la reacción:  $2 \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{SO}_3 (\text{g})$ , calcula:
- Cuántos gramos de oxígeno hacen falta para que reaccionen con 16 g de  $\text{SO}_2$
  - Cuántos gramos de  $\text{SO}_3$  se obtendrán en este caso.

Masas atóm. (u)

S=32

H=1

O=16

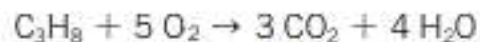
C=12

La reacción correspondiente es:  $2 \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{SO}_3 (\text{g})$

$$\text{a) Masa molar } (\text{SO}_2) = 64 \text{ g/mol. } 16 \text{ g } \cancel{\text{SO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol } \cancel{\text{SO}_2}}{64 \text{ g } \cancel{\text{SO}_2}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \cancel{\text{O}_2}}{2 \text{ mol } \cancel{\text{SO}_2}} \cdot \frac{32 \text{ g } \text{O}_2}{1 \text{ mol } \cancel{\text{O}_2}} = 4 \text{ g } \text{O}_2$$

$$\text{b) } 16 \text{ g } \cancel{\text{SO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol } \cancel{\text{SO}_2}}{64 \text{ g } \cancel{\text{SO}_2}} \cdot \frac{2 \text{ mol } \text{SO}_3}{2 \text{ mol } \cancel{\text{SO}_2}} \cdot \frac{80 \text{ g } \text{SO}_3}{1 \text{ mol } \cancel{\text{SO}_3}} = 20 \text{ g } \text{SO}_3$$

- 6 Uno de los combustibles más utilizados es el propano  $\text{C}_3\text{H}_8$ . Se quema cuando reacciona con oxígeno,  $\text{O}_2$  dando dióxido de carbono y agua. Escribe y ajusta la ecuación para la reacción de combustión del propano y halla:
- mol de propano que habrá que quemar para obtener 12 mol de  $\text{CO}_2$
  - masa de  $\text{O}_2$  necesaria para obtener 12 mol  $\text{CO}_2$



$$\text{a) } 12 \text{ mol } \cancel{\text{CO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_8}{3 \text{ mol } \cancel{\text{CO}_2}} = 4 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_8$$

$$\text{b) } 12 \text{ mol } \cancel{\text{CO}_2} \cdot \frac{5 \text{ mol } \text{O}_2}{3 \text{ mol } \cancel{\text{CO}_2}} \cdot \frac{32 \text{ g } \text{O}_2}{1 \text{ mol } \text{O}_2} = 640 \text{ g } \text{O}_2$$

# Ejercicios



- 7 Cuando se echa agua a la cal viva,  $\text{CaO}$  se forma cal apagada,  $\text{Ca(OH)}_2$ . Escribe y ajusta la ecuación de la reacción y calcula la masa de  $\text{Ca(OH)}_2$  que se formará a partir de 10 g de  $\text{CaO}$ .

*Sol: 13,2 g  $\text{Ca(OH)}_2$*

**Masas atóm. (u)**

**Ca=40**

**H=1**

**O=16**

**Cl=35,5**

**C=12**

- 8 El hierro reacciona con el ácido clorhídrico para dar cloruro de hierro(III) y hidrógeno. Escribe la ecuación ajustada y calcula los mol de cloruro de hierro(III) que se formará a partir de 4 mol de hierro.

*Sol: 4 mol de  $\text{FeCl}_3$*

- 9 El ácido clorhídrico,  $\text{HCl}$  reacciona con el hidróxido de calcio,  $\text{Ca(OH)}_2$  para dar cloruro de calcio  $\text{CaCl}_2$  y agua. Escribe la ecuación de la reacción y ajústala. Determina:
- mol de cloruro de calcio que se obtienen si reaccionan 3 mol de ácido clorhídrico
  - masa de hidróxido de calcio y de ácido clorhídrico que reacciona en ese caso
  - masa de cloruro de calcio y de agua que se obtiene
  - ¿Se conserva la masa en la reacción?

*Sol: 1,5 mol  $\text{CaCl}_2$ ; 111 g  $\text{Ca(OH)}_2$  109,5 g  $\text{HCl}$ ; 54 g  $\text{H}_2\text{O}$ ; si se conserva la masa*

- 10 El monóxido de carbono reacciona con el oxígeno para dar dióxido de carbono. Escribe y ajusta la ecuación. Si se ponen a reaccionar 14 g de  $\text{CO}$  y 14 g de  $\text{O}_2$  ¿qué cantidad de  $\text{CO}_2$  se obtiene? ¿cuánto sobra y de qué sobra?.

*Sol: 0,5 mol  $\text{CO}_2$ ; sobran 0,1875 mol  $\text{O}_2$*

