

Balances de materia en procesos de combustión

Es conveniente conocer las siguientes definiciones:

- **Gas combustible:** Gas que se utiliza en un proceso de combustión para obtener energía térmica. Cuando el gas combustible es una mezcla de compuestos, a efectos del balance de materia se considera que dicho gas es una mezcla de gases ideales y que todos ellos dan lugar a reacciones de combustión. Si se trata de hidrocarburos, los compuestos resultantes de la reacción de combustión completa son el dióxido de carbono y el agua. (ver tema 5 (combustión))
- **El aire como comburente:** Se considera (a no ser que indique lo contrario) que el aire utilizado en las reacciones de combustión es una mezcla ideal de oxígeno y nitrógeno formada por un 79% molar (en volumen de nitrógeno).
- **Gas de combustión:** (gas de salida o gas de chimenea). Todos los gases que resultan de un proceso de combustión, incluido el vapor de agua. (base húmeda).
- **Análisis Orsat:** Porcentaje en volumen de todos los componentes del gas de salida que resulta tras el proceso de combustión sin incluir el vapor de agua.
- **Aire teórico:** cantidad de aire u oxígeno requerido para lograr la combustión completa. También se conoce como aire u oxígeno requerido.
- **Aire en exceso:** cantidad de aire u oxígeno en exceso con respecto al requerido para una combustión completa.

$$\%aire\ en\ exceso = \frac{aire\ en\ exceso}{aire\ requerido} \cdot 100$$

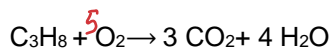
También puede definirse como:

$$\%aire\ en\ exceso = \frac{O_2\ que\ entra\ en\ el\ proceso - O_2\ requerido}{O_2\ requerido} \cdot 100$$

Ejemplo:

Se queman 20 kg de propano con 400 kg de aire para producir 44 kg de CO₂ y 12 kg de CO. Calcula el % de aire en exceso.

Planteamos la reacción de combustión:



Aunque en el proceso parte del carbono se convierte en CO, el cálculo del aire en exceso supone que todo el carbono se transforma en CO₂

✦ El oxígeno que entre en el proceso:

$$400\ kg\ aire \cdot \frac{1\ kg - mol\ aire}{29\ kg\ aire} \cdot \frac{21\ kg - mol\ O_2}{100\ kg - mol\ aire} = 2,90\ kg - mol\ O_2$$

✦ El oxígeno requerido en el proceso:

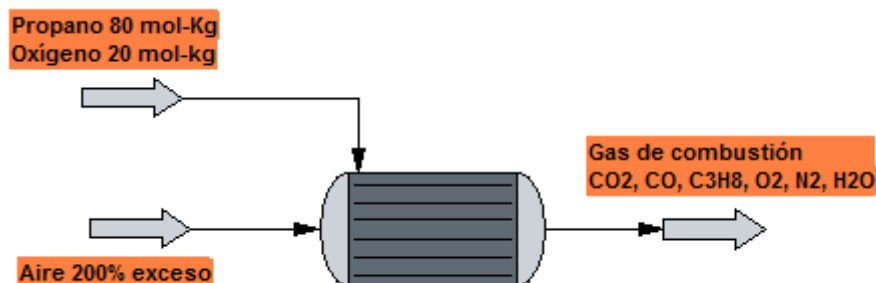
$$20\ kg\ C_3H_8 \cdot \frac{1\ kg - mol\ C_3H_8}{44\ kg\ C_3H_8} \cdot \frac{5\ kg - mol\ O_2}{1\ kg - mol\ C_3H_8} = 2,27\ kg - mol\ O_2$$

✦ Aplicando la definición de aire en exceso se obtiene:

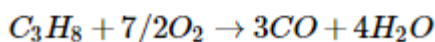
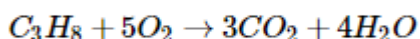
$$\%aire\ exceso = \frac{2,90 - 2,27}{2,27} \cdot 100 = 28\%$$

PROBLEMA 1

A la cámara de combustión de una caldera se alimenta una mezcla gaseosa formada por propano y oxígeno, con un 80% del primero, que se quema con un 200 % de exceso de aire. Sabiendo que un 80 % del propano se transforma en CO_2 , un 10 % en CO y el resto permanece sin quemarse, calcular la composición del gas de combustión.



Reacciones que tienen lugar:



Solución:

0.14% C_3H_8 ; 14.47% O_2 ; 76.41% N_2 ; 3.42% CO_2 ; 0.43% CO ; 5.13% H_2O

PROBLEMA 2

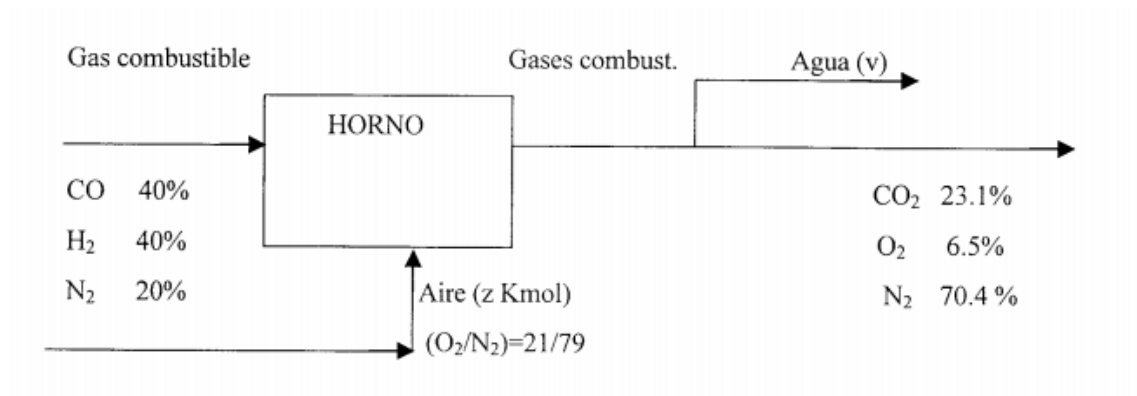
Inicialmente se mezcla etano con oxígeno para obtener un gas de 80% de C_2H_6 y 20% de O_2 que después se quema con un 200% de exceso de aire. El 80% del etano pasa a CO_2 , 10% pasa a CO y 10% permanece sin quemarse. Calcular la composición del gas de escape (combustión) sobre una base húmeda.

Solución:

- ❖ Dióxido de carbono: 128 mol-kg.
- ❖ Monóxido de carbono: 16 mol-kg.
- ❖ Agua: 192+24=216 mol-kg.
- ❖ Oxígeno: 780+20-244=556 mol-kg
- ❖ Nitrógeno: 2930 mol-kg.
- ❖ C_2H_6 : 8 mol-kg

PROBLEMA 3

Un gas combustible de composición la establecida en la figura se quema con una cantidad de aire que es el 50% en exceso con respecto a la cantidad teórica. Se analiza el gas de salida en base seca y resultan los valores que se representan en el diagrama de flujo. Se sospecha que este análisis es incorrecto. Determinarlo.



Solución: Incorrecto. El contenido en dióxido de carbono en base seca es del 13,08%