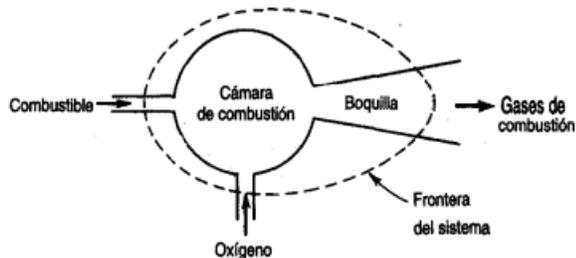


BALANCE DE MATERIA CON REACION QUIMICA

Un balance de materia no es más que una contabilización de material. Es común comparar los balances de materia con los balances de cuentas de cheques. Se deposita y se retira dinero, y la diferencia entre los saldos inicial y final representa la acumulación (o el agotamiento) de la cuenta.

observemos la siguiente figura.



$$\left\{ \begin{array}{c} \text{acumulación} \\ \text{dentro} \\ \text{del} \\ \text{sistema} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{c} \text{entrada} \\ \text{por las} \\ \text{fronteras} \\ \text{del sistema} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{c} \text{salida} \\ \text{por las} \\ \text{fronteras} \\ \text{del sistema} \end{array} \right\}$$

$$+ \left\{ \begin{array}{c} \text{generación} \\ \text{dentro del} \\ \text{sistema} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{c} \text{consumo} \\ \text{dentro} \\ \text{del} \\ \text{sistema} \end{array} \right\}$$

En primer lugar, preguntémonos qué es lo que se balancea; es decir, La qué cosa puede aplicarse la ecuación? Como término genérico, el balance de materia se puede referir a un En primer lugar, preguntémonos qué es lo que se balancea; es decir, La qué cosa puede

aplicarse la ecuación? Como término genérico, el balance de materia se puede referir a un Balance en un sistema para

1. La masa total

2. El total de moles
3. La masa de un compuesto químico
- 4 . La masa de una especie atómica
- 5 . Los moles de un compuesto químico
6. Los moles de una especie atómica
7. El volumen (posiblemente)

La ecuación se aplica a las primeras seis categorías. ¿Por qué no a la número 7?

Porque la ecuación se basa en la conservación de la masa, y si los materiales que entran en cada término no tienen toda la misma densidad, o si hay efectos de mezcla, los volúmenes de los materiales no se podrán balancear.

Conceptos Básicos

Reactivo limitante: es el reactivo que está presente en la cantidad estequiométrica más pequeña.

Reactivo en exceso: es un reactivo que se encuentra en exceso con respecto al limitante.

$$\%Exceso = \frac{\text{cantidad en exceso}}{\text{cantidad requerida para reaccionar con el reactivo limitante}} \times 100$$

Conversión: es la fracción de la alimentación o de algún material en la alimentación que se convierte en productos. **La conversión se relaciona con el grado de conversión** que no es más que el porcentaje o fracción del reactivo limitante en productos.

$$\%Conv = \frac{\text{Cantidad consumida}}{\text{Cantidad inicial}} \times 100$$

Ejemplo

La glucosa isomerasa inmobilizada se emplea como catalizador en la producción de fructosa a partir de glucosa en un reactor de lecho **fijo** (el disolvente es agua). Para el sistema de la figura **E3.20a**, qué porcentaje de conversión de glucosa tiene lugar en una pasada por el reactor si la **razón** entre el flujo de salida y el flujo de reciclaje en unidades de masa es igual a **8.33**? El diagrama es

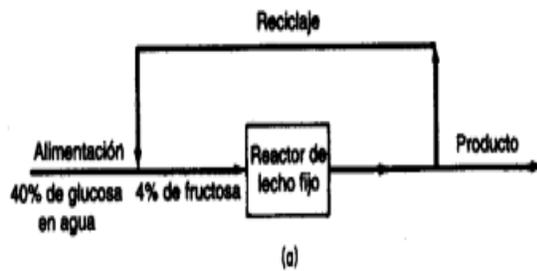


Figura **E3.20a**

Pasos 1, 2, 3 y 4 La figura E3.20b incluye todos los valores conocidos y desconocidos de las variables en la notación apropiada (W representa el agua, G la glucosa y F la fructosa en la segunda posición de los subíndices de la fracción en masa). Observe que el flujo de reciclaje y el de producto tienen la misma composición y es por ello que en el diagrama se usan los mismos símbolos de masa para cada uno de estos flujos.

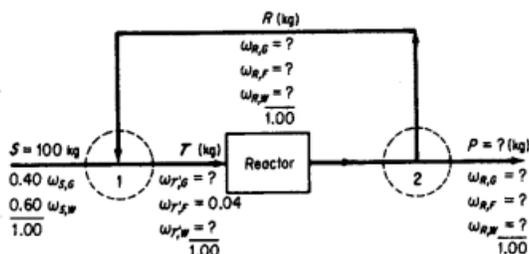


Figura E3.20b

Paso 5 Escogemos como base de cálculo $S = 100 \text{ kg}$.

Paso 6 No hemos incluido símbolos para el flujo de salida del reactor ni su composición porque no vamos a usar estos valores en nuestros balances. Sea f la fracción de conversión para una pasada por el reactor. Las incógnitas son $R, F, P, T, \omega_{R,G}, \omega_{R,T}, \omega_{R,W}, \omega_{T,G}, \omega_{T,W}, \omega_{T,F}$ y f , para un total de 9.

Paso 7 Los balances son $\text{Co}_i = 1, \sum \omega_{T,i} = 1, R = P/8.33$, más tres balances para cada uno de los compuestos en el punto de mezcla 1, el separador 2 y el reactor. Supondremos que podemos encontrar 9 balances independientes entre los 12, y procederemos. No tenemos que resolver todas las ecuaciones **simultáneamente**. Las unidades son de masa (kg).

Pasos 7, 8 y 9 Comenzaremos con los balances globales, ya que son fáciles de establecer y con frecuencia se desacoplan para resolverse.

Balances globales:

$$\text{Total:} \quad P = 100 \text{ kg (¡Qué sencillo!)}$$

$$\text{Consistencia} \quad R = \frac{100}{8.33} = 12.0 \text{ kg}$$

Globalmente no se genera ni consume agua, así que

$$\begin{aligned} \text{Agua:} \quad 100(0.60) &= P(\omega_{R,W}) = 100 \omega_{R,W} \\ \omega_{R,W} &= 0.60 \end{aligned}$$

Ahora tenemos 6 incógnitas por resolver.

Punto de mezcla 1:

No hay reacción, así que podemos usar los balances de los compuestos incluyendo los términos de generación y consumo:

$$\begin{aligned} \text{Total:} \quad 100 + 12 &= T = 112 \\ \text{Glucosa:} \quad 100(0.40) + 12(\omega_{R,G}) &= 112(\omega_{T,G}) \\ \text{Fructosa:} \quad 0 + 12(\omega_{R,F}) &= 112(0.04) \end{aligned}$$

$$\omega_{RF} = 0.373$$

Además, como $\omega_{RF} + \omega_{RG} + \omega_{RW} = 1$,

$$\omega_{RG} = 1 - 0.373 - 0.600 = 0.027$$

y entonces, del balance de glucosa,

$$\omega_{TG} = 0.360$$

A continuación, en lugar de efectuar balances individuales sobre el reactor y el separador, combinaremos ambos en un solo sistema (y así evitaremos tener que calcular los valores asociados al flujo de salida del reactor).

Reactor más separador 2:

Total: $T = 12 + 100 = 112$ (ecuación redundante)

Glucosa:

$T \omega_{T,G}$	-	$\frac{Sale}{(R + P) \omega_{R,G}}$	-	$\frac{Consumido}{fT\omega_{T,G}}$	= 0
112(0.360)	-	112(0.027)	-	$f(112)(0.360)$	= 0

$$f = 0.93$$