

E.P.E.T N° 4



Guía Pedagógica

BALANCE DE MATERIA: RESOLUCIÓN

ÁREA CURRICULAR: OPERACIONES UNITARIAS Y CONTROL DE PROCESOS I

Curso: 6^{TO} 4^{TA}

Ciclo Orientado

Turno: mañana

Docente: Quiroga, Paula

OBJETIVOS

- ☐ Explicar balances de materias para representar un proceso en general.
- ☐ Asociar balances de materia a balances de energía.

CONTENIDO

- ☐ Balance de Materia

CAPACIDADES

- ☐ Comprende la importancia de los balances de materia a los procesos productivos
- ☐ Interpretar los balances de materia como flujo productivos de elaboración.

Balance de Materia

Un balance de masa o de materiales es una secuencia de cálculos que permite llevar la cuenta de todas las sustancias que intervienen en un proceso de transformación, satisfaciendo la ley de la conservación de la masa, la cual establece que la materia se transforma pero no se crea ni se destruye. Un balance de materia es, pues, una contabilidad de los materiales que toman parte del proceso. Las sustancias pueden entrar, salir, producirse, acumularse o consumirse durante el proceso. Se entiende por proceso cualquier conjunto de operaciones que produce una transformación física o química en una sustancia o en un grupo de sustancias. Todas las sustancias que ingresan en un proceso reciben el nombre de alimentación o entrada, mientras que las que emergen del proceso se llaman producto o salida. Un proceso puede estar constituido por varias unidades de proceso, recibiendo este nombre cualquier aparato o sitio donde se lleve a cabo una operación de transformación

Para realizar los cálculos de balances de masa, es necesario recolectar información bien sea de las cantidades (en masa, en moles o en volumen) de las sustancias participantes o de los flujos de las mismas (velocidades másicas, molares o volumétricas), como también de las composiciones de las mezclas y de las condiciones de operación principalmente las presiones.

ECUACIÓN GENERAL DE BALANCE

Al hacer el conteo del material que participa en un proceso deben considerarse las entradas y las salidas que atraviesan las fronteras del sistema, las reacciones químicas que suceden pues en ellas se presenta consumo y producción de material y la cantidad de éste que se acumula. Por ello, el balance de materiales responde a esta ecuación: *Material que entra al sistema + material producido dentro del sistema – material que sale del sistema – material consumido dentro del sistema = Material acumulado dentro del sistema.*

Si al aplicar esta ecuación se tienen en cuenta todos los componentes de las corrientes del proceso, se realiza un balance total de masa, y si se aplica solamente a alguna sustancia o a algún elemento químico se efectúa un balance parcial de masa. La ecuación anterior, llamada ecuación general de balance de masa, puede ser empleada con unidades correspondientes a velocidades de flujo o a cantidades. En el primer caso el balance de masa corresponde a una unidad de tiempo determinado (una hora, un día, etc) y se aplica a procesos continuos y recibe el nombre de balance diferencial.

En el segundo caso el balance corresponde a una determinada cantidad de material procesado o producido, aplicándose, por lo general, a procesos intermitentes y denominándose balance integral.

□ Los términos “material consumido” y “material producido” se aplican en aquellos casos donde hay reacciones químicas.

□ Todos los cálculos se hacen sobre procesos estacionarios o en régimen permanente y, por ello, el término acumulación siempre vale cero, porque en caso contrario la cantidad de materia en el sistema cambia con el tiempo.

SUGERENCIAS PARA RESOLVER PROBLEMAS DE BALANCES DE MATERIA

Efectuar un balance de materiales es resolver una serie de ecuaciones independientes, las cuales pueden ser construidas utilizando diferentes informaciones: balances parciales de masa, balance total de masa y especificaciones dadas o que puedan utilizarse para relacionar las variables (ecuaciones de estado para los gases, densidades, valor unitario de la suma de las fracciones másicas o molares de las soluciones, condiciones específicas del proceso etc.). Después de leer y entender el enunciado, se representa el proceso en un diagrama de flujo para lo cual se utilizan rectángulos o círculos que simbolicen las unidades de proceso y flechas que muestren los flujos y sus respectivos sentidos. En el diagrama de flujo se escriben los valores de las variables conocidas (masas o moles y composiciones) y la demás información disponible (presiones, temperaturas, especificaciones de proceso), en todos los casos usando las unidades adecuadas, y deben aparecer todas las incógnitas que es necesario calcular (esto se llama etiquetar el diagrama). En la medida en que se van obteniendo estos últimos valores pueden trasladarse al diagrama, el cual se constituye, entonces, en una visión del desarrollo del balance de masa en todo momento.

Luego se selecciona una base de cálculo, definiremos brevemente que es lo que se entiende por base de cálculo, y algunas recomendaciones para su elección.

Base de cálculo: es la cantidad de cierta variable involucrada en el problema a la que se refieren o transforman las demás, para efectuar los cálculos necesarios. Puede ser real o ficticia. Este concepto es crucial tanto para entender cómo debe resolverse un problema como así también hacerlo de la manera más expedita posible. Al seleccionar una base de cálculo.

debemos preguntarnos ¿De qué se va a partir? ¿Qué respuesta se requiere? ¿Cuál es la base de cálculo más adecuada? La elección de una base no siempre es sencilla, pero a modo de recomendaciones podemos decir que conviene elegir como base:

- ☐ La corriente que posea mayor información
- ☐ Aquella que pasa por nuestro sistema sin alterarse
- ☐ Un número entero 1, 10; 100 Cuando se comienza con una base ésta debe ser mantenida durante todo el cálculo.

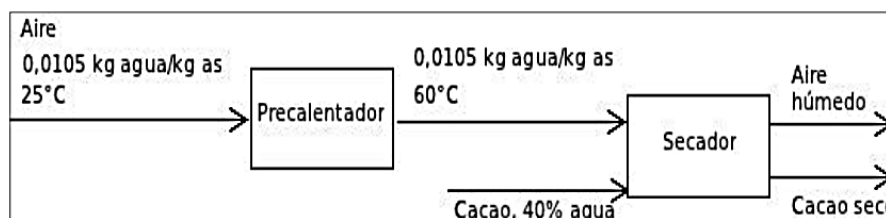
Una vez seleccionada la base de cálculo se hace un conteo de incógnitas y de relaciones entre las variables (ecuaciones independientes que se pueden plantear). La diferencia “número de ecuaciones independientes menos número de incógnitas” se denomina número de grados de libertad y para que el balance de masa pueda realizarse el número de grados de libertad debe ser cero. Todas las ecuaciones de balance de masa total y balances parciales de masa no constituyen en conjunto un sistema de ecuaciones independientes debido a que la suma de los balances parciales de masa es igual al balance total de masa. Generalizando, los pasos sugeridos para cálculos de balances de materia son los siguientes:

1. Leer y entender el enunciado del problema.
2. Dibujar y etiquetar el diagrama de flujo del proceso.
3. Convertir todos los datos al mismo sistema de unidades másicas o molares.
4. Seleccionar una base de cálculo.
5. Verificar que el número de grados de libertad sea cero.
6. Plantear y resolver las ecuaciones independientes de balances de masa y/o especificaciones de variables.
7. Escalar el balance, si se necesita.

EJEMPLO I

Para secar el cacao se utiliza aire con una humedad de 0,0105 kg de agua/kg de aire seco y 25° C. Este aire pasa a un pre-calentador en donde sale con la misma humedad, pero a 60° C. Luego el aire se mete al secador. El cacao entra en el secador con 40% de humedad.

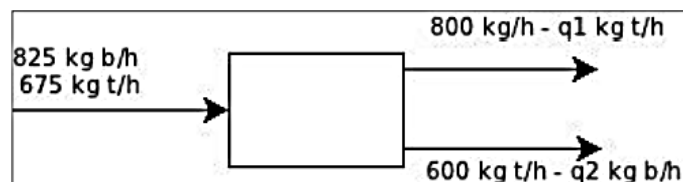
Indique este proceso con un diagrama de flujo. El proceso puede representarse así:



EJEMPLO II

Para Resolver Un Problema: Mil quinientos kilogramos por hora de una mezcla de benceno y tolueno que contiene 55% en masa de benceno se separan, por destilación, en dos

fracciones. La velocidad de flujo másico del benceno en la parte superior del flujo es de 800 kg/h y la del tolueno en la parte inferior del flujo es de 600 kg/h. La operación se lleva a cabo en régimen permanente. Escriba los balances del benceno y del tolueno para calcular las velocidades de flujo no conocidas de los componentes en los flujos de salida.



El proceso se efectúa en régimen permanente y por eso el término acumulación de los balances de masa es cero. Como no ocurren reacciones químicas, los términos de producción y consumo son iguales a cero. Por lo tanto, la ecuación de balance de masa toma la forma: Entrada = salida.

Balance parcial de masa de benceno: $825 \text{ kg b/h} = 800 \text{ kg b/h} + q_2 \rightarrow q_2 = 25 \text{ kg b/h}$

Balance parcial de masa de tolueno: $675 \text{ kg t/h} = q_1 + 600 \text{ kg t/h} \rightarrow q_1 = 75 \text{ kg t/h}$

Comprobación: Balance total de masa: $1500 \text{ kg/h} = 800 \text{ kg/h} + q_1 + q_2 + 600 \text{ kg/h} \rightarrow 1500 \text{ kg/h} = 800 \text{ kg/h} + 75 \text{ kg/h} + 25 \text{ kg/h} + 600 \text{ kg/h} \rightarrow 1500 \text{ kg/h} = 1500 \text{ kg/h}$

ACTIVIDADES

Responde.

- ¿Qué entiende por ley de la conservación de la masa? Enuncie
- Escriba la Ecuación General De Balance de materia y sus variantes para procesos estacionarios y sin reacción química.
- Enumere los pasos sugeridos para cálculos de balances de materia.
- Represente gráficamente y resuelva el siguiente problema.

Ejemplo 3.2: Una columna de destilación¹² es alimentada por dos corrientes. Por la corriente de tope sale un 100% de compuesto A. Los componentes se separan tal y como se muestra en el diagrama de la figura (3.3). Calcular las corrientes desconocidas y la composición de la corriente M.

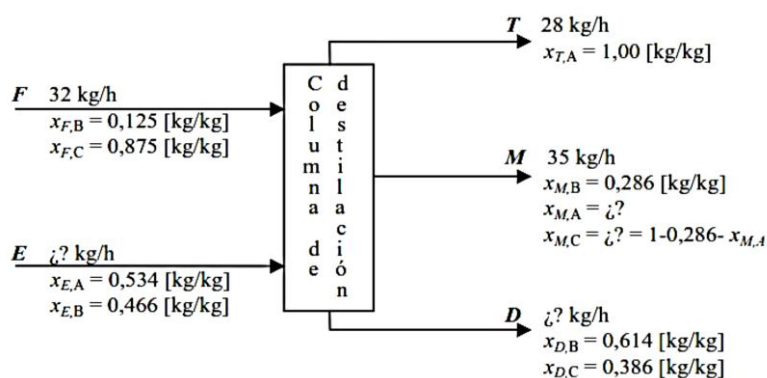


Figura 3.3: Diagrama de flujo de un proceso con una unidad (Ej. 3.2)

Actividades de cierre

1- Observamos el siguiente video y realizamos un pequeño resumen de Balance De Materia <https://www.youtube.com/watch?v=FHhONAPTbPI>

2- Observamos el siguiente video y resolvemos los siguientes problemas <https://www.youtube.com/watch?v=UdOJmILOhfY>

- A- **Ejemplo 3.3:** En una operación de secado de pieles, se determinó que un lote de piel previamente pasado por el secador pesaba 900 lb y que contenía 7% de su peso en humedad. Se sabe que durante el secado la piel lavada perdió 59,1% de su peso inicial cuando se encontraba húmeda. Determinar: (a) el peso de la piel totalmente seca o exenta de humedad, en la carga de alimentación inicial; (b) las libras de agua eliminadas durante el proceso de secado por libra de piel totalmente seca; (c) el porcentaje de agua eliminada respecto de la cantidad de agua presente inicialmente en el lote de piel.
- B- Una corriente A (en kg/min) que contiene 30% m de etanol y 70% m de agua se mezcla con otra corriente B (en kg/min) que contiene 60% m de etanol y el resto de agua. La corriente de mezcla C (a la salida de la unidad mezcladora) contiene 35% m de etanol. Calcular: (a) la proporción entre las corrientes A y B , esto es (A/B) ; (b) Si la corriente de salida C es 4500 kg/h, ¿Cuál es la relación entre las corrientes A y B ? ¿Esta relación ha cambiado o no?

BIBLIOGRAFIA

- ☐ Apuntes dado por el docente.
- ☐ Balance De Materia-<https://www.youtube.com/watch?v=FHhONAPTbPI>
- ☐ Balance de materia a un sistema evaporador-cristalizador (cristalizar KNO_3)-
<https://www.youtube.com/watch?v=UdOJmILOhfY>
- ☐ Balance de materia a un secadero de pulpa-
<https://www.youtube.com/watch?v=fmIDAVcRXpA>

DIRECTORA ESCUELA PROVINCIAL DE EDUCACIÓN TÉCNICA N°4: ROLDAN CLAUDIA