

SOLUCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

Para resolver un modelo matemático, en cada balance, debemos tener ecuaciones en forma diferencial. De esa manera podemos integrar, por supuesto, conociendo las condiciones iniciales. También es necesario incluir restricciones apropiadas, de manera que se puedan obtener resultados lógicos, apegados a la realidad.

Modelos de Estado Estacionario y No Estacionario

Cuando los valores de las variables cambian con respecto al tiempo, se dice que se tiene un *estado no estacionario*. Cuando la concentración de sustrato y la concentración celular son constantes, se tiene un *estado estacionario*. En este estado no hay acumulación, debido a que las condiciones son constantes, lo que quiere decir, que las derivadas con respecto al tiempo se igualarán a cero, por lo que ahora tendremos:

$$\text{Entrada} - \text{Salida} = 0 \quad (34)$$

Secuencia para Verificar el Modelo

Si al resolver el modelo matemático, la solución no se acerca a la realidad o si se encuentra una ecuación que no tenga solución, es posible que las ecuaciones estén mal planteadas. En este caso se deben verificar los antecedentes físicos y conceptuales del modelo, así como la secuencia matemática.

El modelo consiste en un conjunto de ecuaciones de balance, una para cada propiedad extensiva del sistema que se está tratando. Estas propiedades son llamadas variables de estado del sistema. En cada ecuación se deben señalar las variables independientes, es decir, las que pueden ser fijadas por un operador o un mecanismo externo (por ejemplo, temperatura, concentración de sustrato) o pueden expresarse como funciones de variables de estado.

Para verificar el modelo se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$I = V - E \quad (35)$$

Donde:

I es el número de variables independientes que pueden ser especificadas

V es el número total de variables.

E es el número de ecuaciones existentes.

El siguiente paso es verificar el sentido físico del modelo. Para hacer esto el modelo se resuelve para una extensa variedad de condiciones, ya sea en forma analítica o por computadora. Si el modelo es complejo, se debe simplificar de manera que se pueda verificar con otro modelo ya conocido.

A continuación se da una lista de los puntos que se deben verificar:

1. Checar que las ecuaciones sean consistentes en sus dimensiones.
2. Reducir a la forma de estado estacionario, igualando todos los diferenciales a cero.
3. Reducir a la forma intermitente o por lotes, igualando los flujos de entrada y salida a cero.
4. Escribir todas las expresiones cinéticas como expresiones de primer orden y checar las soluciones.
5. Verificar que el límite de la solución de estado estacionario, como la velocidad de dilución, sea reducida a cero.
6. Checar que el modelo se comporte razonablemente en extremos comprensibles de las variables independientes (Sinclair, 1987).

Otro punto muy importante es que siempre se debe empezar a trabajar de lo más sencillo hacia lo más complicado. Siempre se debe usar el modelo más sencillo que se adapte a los conocimientos fundamentales de física, química y bioquímica.