

PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA RESOLVER PROBLEMAS DE TRANSPORTE BALANCES ENVOLVENTES

1. Dibujar diagrama del problema y ubicar el sistema de coordenadas.
2. Seleccionar un volumen de control ("envoltura"). Debe ser representativo del interior del sistema por lo que no puede incluir una frontera. Marcar las dimensiones del volumen de control y determinar su volumen (ΔV). Puede convenir dibujar el volumen de control por separado para poder identificar las entradas y salidas.
3. Listar las suposiciones. Esta lista es preliminar y se puede modificar conforme se resuelve el problema. Algunas suposiciones se obtienen de las siguientes preguntas:
 - ¿Estado estable o transitorio?
 - ¿Cuáles componentes de la densidad de flujo son cero?
 - ¿De qué variables depende el perfil?
 - ¿Se toma en cuenta efectos de borde?
 - ¿Hay generación?
 - ¿Qué tipo de material se tiene? ¿Sus propiedades son constantes o variables?
4. Determinar entradas, salidas, generación, y/o acumulación en el volumen de control. Para evitar problemas con los signos, siempre asumir que las cantidades fluyen en la dirección positiva de los ejes.
 - *¡Verificar unidades!* Para balances transitorios, todos los términos deben estar en las unidades de la cantidad balanceada (kg·m/s, J, mol). Para balances en estado estable, todos los términos deben estar en esas unidades por unidad de tiempo (kg·m/s², J/s, mol/s)
 - Transporte molecular depende de τ , \mathbf{q} o \mathbf{j} .
 - Transporte advectivo depende de $\rho\mathbf{v}$
 - Generación de momentum se debe a fuerzas externas (gravedad, presión...). Generación de calor depende de \dot{G} . Generación de masa depende de r .
 - Acumulación (sólo transitorio) depende de ΔV y es cantidad final menos cantidad inicial.
5. Escribir el balance de cantidad de movimiento: *Entradas – Salidas + Generación = Acumulación*.
6. Dividir entre el volumen de la envoltura ΔV .
7. Tomar el límite cuando $\Delta V \rightarrow 0$ para obtener derivadas. *¡Cuidado con los signos!*

- Definición de la derivada:
$$\frac{df}{dx} \equiv \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

⇒ ECUACIÓN DIFERENCIAL

8. Establecer las condiciones de frontera, límite o iniciales.

⇒ PROBLEMA DEFINIDO

9. Resolver la ecuación diferencial.

- Se puede resolver primero la ecuación diferencial de primer orden para la densidad de flujo pero sólo si las propiedades son constantes, la generación es cero o constante y si no hay acumulación. Luego, al aplicar la ley de Newton, Fourier o Fick, resulta una nueva ecuación diferencial de primer orden que se debe resolver para llegar al perfil deseado.
- Otra opción es sustituir la ley de Newton, Fourier o Fick en la ecuación diferencial de primer orden para la densidad de flujo con lo que se obtiene una ecuación diferencial de segundo orden que se resuelve para obtener directamente el perfil deseado.

⇒ SOLUCIÓN GENERAL

10. Aplicar las condiciones límite para determinar las constantes de integración.

⇒ SOLUCIÓN PARTICULAR

11. Verificar la solución obtenida. Como mínimo, comprobar que se cumplen las condiciones de frontera. Formalmente, también sería necesario sustituir la solución en la ecuación diferencial y verificar que se cumpla.
12. Entender el comportamiento de la solución y "jugar" con ella. Por ejemplo, ¿qué pasa si aumenta o disminuye algún parámetro? Obtener información adicional (valores extremos y promedios, flujos...)

⇒ CONOCIMIENTO ADICIONAL