

FENÔMENOS DE TRANSPORTE I

SISTEMA, VOLUME DE CONTROLE E MASSA DE CONTROLE

SISTEMA

Sistema: quantidade de matéria ou região do espaço escolhida para observação.
O que está fora do SISTEMA é a VIZINHANÇA.

VIZINHANÇA



Fronteira: superfície real ou imaginária que separa o sistema de sua vizinhança. Pode ser fixa ou móvel; real ou imaginária. Tem espessura nula, não tem massa e nem volume.

Os sistemas podem ser fechados ou abertos:

Sistema fechado: nenhuma quantidade de massa cruza a fronteira. Energia em trânsito pode atravessar sua fronteira (calor e trabalho). A sua massa é constante. Um sistema fechado é denominado de MASSA DE CONTROLE.

Sistema aberto: massa pode entrar e/ou sair do sistema pela sua fronteira. Energia em trânsito (calor e trabalho) e energia acumulada (energia potencial, energia cinética, energia interna) podem cruzar a fronteira. Pode ser fixo em tamanho (fronteira fixa) ou pode ter tamanho variável (fronteira móvel). Um sistema aberto é denominado de VOLUME DE CONTROLE.

TEOREMA DE TRANSPORTE DE REYNOLDS

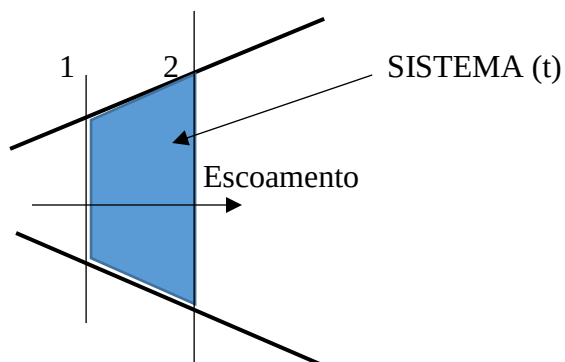
No estudo da dinâmica de fluidos, o uso de volumes de controle para análise é mais simples para abordar o problema.

No entanto, há uma necessidade de se relacionar as variações que ocorrem num volume de controle com as variações num sistema de partículas.

A forma de se estabelecer tal relação é feita pela Equação de Transporte de Reynolds

Consideração:

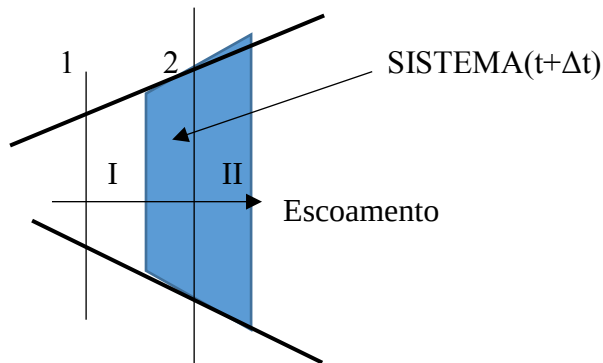
Escoamento num bocal divergente:



Considere também que ao se falar em SISTEMA esteja-se considerando um SISTEMA FECHADO.

1 e 2 são duas superfícies de controle que definem um Volume de Controle (VC) para o campo de escoamento; essas duas superfícies são normais à direção do escoamento. Considere que no instante t:

SISTEMA = VC



No instante $t+\Delta t$: o SISTEMA se move na direção do escoamento com velocidade v_{b1} na seção 1 e v_{b2} na seção 2. Por causa desse movimento, a região denominada de I no VC fica descoberta pelo SISTEMA e o SISTEMA cobre a região denominada de II, que não faz parte do VC. Assim, em $t+\Delta t$, tem-se:

SISTEMA = VC - I + II

Considere-se, agora, uma propriedade B que seja extensiva (massa, energia, quantidade de movimento...) e sua correspondente intensiva $b = B/M$ (M = massa do sistema). Toda propriedade extensiva é aditiva, portanto, pode-se aplicar as conclusões geométricas anteriores a essa propriedade:

Instante t:

$$B_{SIST,t} = B_{VC,t} \quad (\text{eq 1})$$

Instante $t+\Delta t$:

$$B_{SIST,t+\Delta t} = B_{VC,t+\Delta t} - B_{I,t+\Delta t} + B_{II,t+\Delta t} \quad (\text{eq 2})$$

Subtraindo-se a eq 2 da eq 1 e dividindo-se por Δt :

$$\frac{B_{SIST,t+\Delta t} - B_{SIST,t}}{\Delta t} = \frac{B_{VC,t+\Delta t} - B_{VC,t}}{\Delta t} - \frac{B_{I,t+\Delta t}}{\Delta t} + \frac{B_{II,t+\Delta t}}{\Delta t}$$

Tomando-se o limite dessa equação para $\Delta t \rightarrow 0$:

$$\frac{dB_{SIST}}{dt} = \frac{dB_{VC}}{dt} - \dot{B}_I + \dot{B}_{II}$$

$\dot{B}_I$ é a taxa de entrada de B no VC

$\dot{B}_{II}$ é a taxa de saída de B do VC

A equação indica que a taxa de variação de B no sistema é a taxa de variação de B no volume de controle, considerando-se as entradas e saídas de B pela massa que atravessa o volume de controle. Em geral, podem-se ter várias entradas e várias saídas no VC e as velocidades podem não ser normais às superfícies de controle.