

PROCESOS Y MÁQUINAS INDUSTRIALES II

CLASE VIII

Prof. Mariana Suarez

28 de septiembre de 2018

Plan de la clase

- Fundamentos de la mecánica de fluidos
- Estática de fluidos
- Descripción de un fluido en movimiento
- Ecuación de continuidad

Fundamentos de la mecánica de fluidos

Conceptos y definiciones

- *Fluido*: Sustancia que se deforma continuamente bajo la acción de un esfuerzo cortante.
Los fluidos son agregaciones de moléculas, muy separadas en los gases y más próximas en los líquidos. La distancia entre moléculas es mucho mayor que el diámetro molecular, y las moléculas se mueven libremente.
- *Continuo*: El fluido puede imaginarse como una distribución continua de materia, o continuo. Entonces, sus propiedades pueden considerarse como variables continuas. Esto permite analizarlas mediante el cálculo diferencial.
- *Propiedades en un punto*: densidad, presión

Estática de fluidos

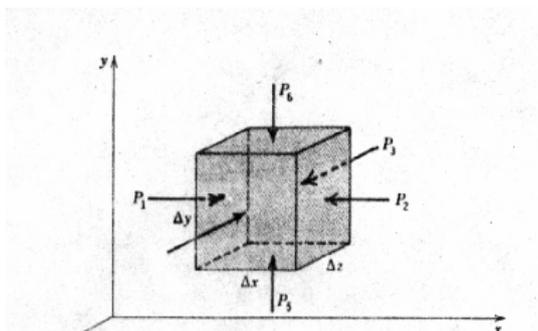
Variación de presión en un fluido estático

Fluido en reposo: sometido a la gravedad y a la presión
Por la segunda ley de Newton,

- sistema inercial: $\sum \vec{F} = 0$
- sistema no inercial: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

Estática de fluidos (cont.)

Aplicación a un volumen de control diferencial



Ecuación básica de la estática de fluidos

$$\rho \bar{g} = \nabla P$$

(máx. rapidez de cambio de presión en la dir. del vector \bar{g})

Descripción de un fluido en movimiento

Flujo: fluido en movimiento.

Leyes físicas fundamentales

Ley

Ley de conservación de la masa
Segunda ley de Newton del movim.
Primera Ley de la Termodinámica

Ecuación

ec. de continuidad
teorema del momento
ecuación de la energía

Descripción de un fluido en movimiento (cont.)

En el flujo es fundamental el campo de velocidades, que interactúa con las propiedades del fluido.

Propiedades termodinámicas de un fluido

- Presión, velocidad, temperatura
- Energía interna, entalpía, calores específicos
- Propiedades de transporte: Coeficiente de viscosidad (μ), conductividad térmica (k), difusividad térmica (α)

Descripción de un fluido en movimiento (cont.)

Representación de campos en mecánica de fluidos

- Representación Lagrangiana: $v = v(a, b, c, t)$
- Representación Euleriana: $v = v(x, y, z, t)$

Flujos en función del tiempo

- Flujo permanente: flujo independiente del tiempo en todo punto
- Flujo no permanente: flujo en un punto variable con el tiempo

Descripción de un fluido en movimiento (cont.)

Línea de corriente: tangente al vector velocidad en cada uno de los puntos del campo de flujo

- *Flujo permanente*: línea de corriente es la trayectoria de un elemento de fluido
- *Flujo no permanente*: línea de corriente cambia de un instante a otro

Descripción de un fluido en movimiento (cont.)

Relación entre las componentes de la \vec{v} del fluido y geometría del campo de flujo

- Flujo bidimensional: $\vec{v} = (v_x, v_y)$

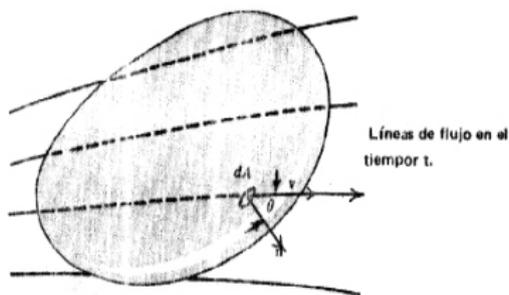
$$\frac{v_y}{v_x} = \frac{dy}{dx}$$

- Flujo tridimensional: $\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)$

$$\frac{dx}{v_x} = \frac{dy}{v_y} = \frac{dz}{v_z}$$

Ecuación de continuidad

Ley de conservación de la masa en un volumen de control



Expresión integral

$$\int \int_S \rho (\vec{v} \cdot \vec{n}) dS + \frac{\partial}{\partial t} \int \int \int_V \rho dV = 0$$

Ecuación de continuidad (cont.)

Casos Particulares

1 Flujo permanente

Como $\frac{\partial}{\partial t} \int \int \int_V \rho dV = 0$ se obtiene

$$\int \int_S \rho (\vec{v} \cdot \vec{n}) dS = 0$$

2 Flujo incompresible

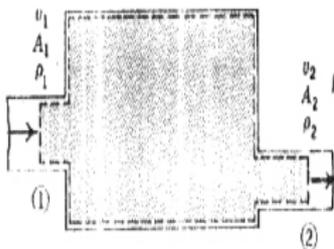
Como $\rho = cte.$

$$\int \int_S (\vec{v} \cdot \vec{n}) dS = 0$$

Ecuación de continuidad (cont.)

Ejemplo 1

Vol. de control para el cual los flujos de entrada y salida son permanentes y unidimensionales



Ecuación de continuidad (cont.)

Ejemplo 1 (cont.)

$$\int \int_S \rho (\vec{v} \cdot \vec{n}) dS = \int \int_{S_1} \rho (\vec{v} \cdot \vec{n}) dS + \int \int_{S_2} \rho (\vec{v} \cdot \vec{n}) dS = 0$$

\vec{v} y \vec{n} colineales, entonces

$$\int \int_S \rho (\vec{v} \cdot \vec{n}) dS = - \int \int_{S_1} \rho \cdot v dS + \int \int_{S_2} \rho \cdot v dS = 0$$

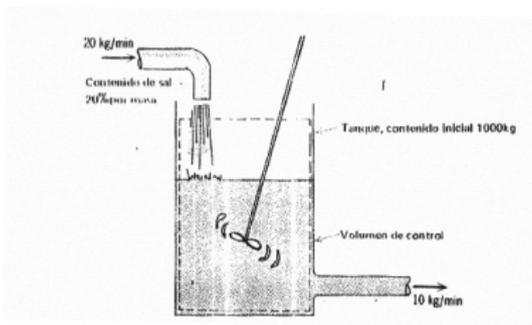
Integrando se obtiene

$$\rho_1 v_1 S_1 = \rho_2 v_2 S_2$$

Ecuación de continuidad (cont.)

Ejemplo 2

Tanque con solución salina, mezclado uniforme



Ecuación de continuidad (cont.)

Ejemplo 2 (cont.)

- $M_0 = 1000 \text{ kg}$ de solución salina, con 10% de sal por u. de masa
- Entrada: $20 \text{ kg}/\text{min}$, con 20% de sal por u. de masa
- Salida: $10 \text{ kg}/\text{min}$

Hallar :

- a.- Sal en el tanque en un tiempo t
- b.- Tiempo transcurrido para que haya 200 kg de sal en el tanque