

Cinemática dos Fluidos

Professor: Andouglas Gonçalves da Silva Júnior

Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Curso: Técnico em Mecânica

Disciplina: Mecânica dos Fluidos

27 de Julho de 2016

Cinemática dos Fluidos

Introdução

Cinemática dos Fluidos

Estudo dos fluidos em movimento.

- Um dos ramos mais complexos da mecânica dos fluidos;
- Encontrado em diversas situações do cotidiano:
 - transbordamento de rios;
 - rompimento de barragens;
 - vazamentos de petróleo ou gás natural.
- Modelos idealizados facilitam o estudo do movimento dos fluidos.

Cinemática dos Fluidos

Conceitos Fundamentais

- Fluido ideal - fluido incompressível e que não apresenta força interna de atrito ou viscosidade.
- Linha de escoamento - Caminho percorrido por um elemento de um fluido em movimento.
- Escoamento estável ou estacionário.
- Linha de Corrente - Linha tangente, em qualquer ponto, que está na direção do vetor velocidade do fluido naquele ponto.

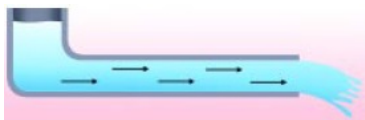


Figura: Escoamento.

Cinemática dos Fluidos

Conceito de Vazão

Vazão Volumétrica

Razão entre o volume do fluido escoado em um tempo e o intervalo de tempo considerado.

Matematicamente:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Onde V é o volume escoado no tempo t , e Q é a vazão.

Cinemática dos Fluidos

Conceito de Vazão

Unidades de vazão:

Grandeza Sistema	Volume (V)	Tempo (t)	Vazão (Q)
CGS (prático)	cm ³	S	cm ³ /s
MKS (internac) SI	m ³	S	m ³ /s
MKGFS (técnico)	m ³	S	m ³ /s

Figura: Unidades de vazão.

Além dessas, ainda são muito usadas as unidades litro por segundo e metro cúbico por hora

Cinemática dos Fluidos

Conceito de Vazão

Vazão em Massa

Quantidade em massa de fluido que atravessa uma dada seção de escoamento por unidade de tempo.

Matematicamente:

$$Q_m = \frac{m}{t} \quad (2)$$

Onde m é o volume escoado no tempo t , e Q é a vazão.

Relação entre vazão em massa e volumétrica:

$$Q_m = \rho Q \quad (3)$$

Cinemática dos Fluidos

Conceito de Vazão

Ainda podemos calcular a vazão da seguinte forma:

Outra forma de vazão

Se tivermos num condutor um fluido em escoamento uniforme, a vazão poderá ser calculada multiplicando-se a velocidade (V) do fluido, em dada seção do condutor, pela área (A) da seção considerada.

Matematicamente,

$$Q = Av \quad (4)$$

Cinemática dos Fluidos

Conceito de Vazão

Exemplo Prático

Um condutor de 20 cm^2 de área de secção reta despeja gasolina num reservatório. A velocidade de saída de água é de $60 \text{ cm}^3/\text{s}$. Qual a vazão do fluido escoado?

Cinemática dos Fluidos

Conceito de Vazão

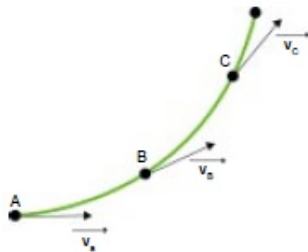
Exemplo Prático

Um condutor de 20 cm^2 de área de secção reta despeja gasolina num reservatório. A velocidade de saída de água é de $60 \text{ cm}^3/\text{s}$. Qual a vazão do fluido escoado? Suponha que o reservatório tenha $1.200.000 \text{ cm}^3$ de capacidade. Qual o tempo necessário para enchê-lo?

Cinemática dos Fluidos

Equação da Continuidade

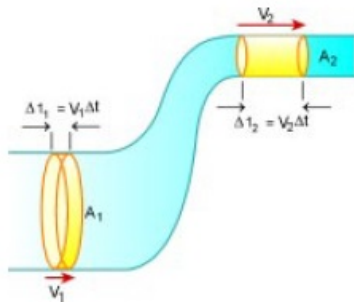
Um fluido está em regime permanente quando a velocidade, num dado ponto, não varia com o tempo.



Cinemática dos Fluidos

Equação da Continuidade

Supondo agora que um fluido qualquer escoar em regime permanente no interior de um condutor de secção reta variável.



Cinemática dos Fluidos

Equação da Continuidade

Equação da Continuidade

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \quad (5)$$

Equação da Continuidade - Volume constante

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (6)$$

Cinemática dos Fluidos

Equação da Continuidade

Exemplo Prático

Considere um fluxo de água num condutor de 15cm de diâmetro com velocidade de 8,5 cm/s. Em um determinado ponto, há um estreitamento de diâmetro igual a 10 cm. Qual a velocidade da água neste estreitamento?

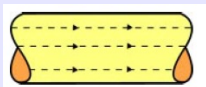
Cinemática dos Fluidos

Descrição e classificação dos Movimentos de fluidos

O movimento de fluidos pode se processar, fundamentalmente, de duas maneiras diferentes:

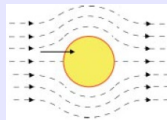
Escoamento Laminar

- Movimento ordenado das moléculas do fluido;
- Todas as moléculas que passam em um dado ponto devem possuir a mesma velocidade;
- O movimento do fluido pode, em qualquer ponto, ser completamente previsto.



Escoamento Turbulento

- Movimento das moléculas dos fluidos é completamente desordenado;
- Moléculas que passam em um dado ponto, no geral, não possuem mesma velocidade;
- Difícil de fazer previsões sobre o comportamento do fluido.

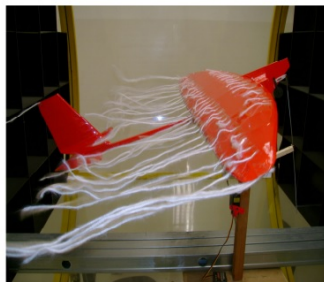


Cinemática dos Fluidos

Descrição e classificação dos Movimentos de fluidos



Laminar



Turbulento

Cinemática dos Fluidos

Descrição e classificação dos Movimentos de fluidos

Número de Reynolds

- Parâmetro adimensional mais utilizado na mecânica dos fluidos;
- Reynolds demonstrou, pela primeira vez, que uma combinação de variáveis podia ser utilizada como critério de distinção entre escoamento laminar e turbulento.

Número de Reynolds

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (7)$$

Onde ρ é a massa específica, V é a velocidade do fluido, D é o diâmetro do tubo e μ é a viscosidade dinâmica do fluido.

Cinemática dos Fluidos

Viscosidade

Conceito

A **viscosidade** é uma resistência que o fluido apresenta ao escoamento.

Essa viscosidade pode ser analisada a partir de dois tipos:

Viscosidade Dinâmica

A **viscosidade dinâmica** (μ) ou **viscosidade absoluta** é dada em termos da força requerida para mover uma unidade de área a uma unidade de distância.

Viscosidade Cinemática

A **viscosidade cinemática** (ν) é a relação entre viscosidade dinâmica (μ) pela densidade (ρ).

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (8)$$

Cinemática dos Fluidos

Viscosidade

Tabela: My caption

Gases	Viscosidade (Pa/s)
Hidrogênio	$8,4 \times 10^{-6}$
Ar	$17,4 \times 10^{-6}$
Xenônio	$21,2 \times 10^{-6}$
Líquido a 20 °C	Viscosidade (Pa/s)
Álcool Etilico	$0,248 \times 10^{-3}$
Acetona	$0,326 \times 10^{-3}$
Metanol	$0,597 \times 10^{-3}$
Benzeno	$0,64 \times 10^{-3}$
Água	$1,003 \times 10^{-3}$
Mercúrio	$17,0 \times 10^{-3}$
Ácido Sulfúrico	30×10^{-3}

Cinemática dos Fluidos

Descrição e classificação dos Movimentos de fluidos

Número de Reynolds

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu} \quad (9)$$

Onde ρ é a massa específica, V é a velocidade do fluido, D é o diâmetro do tubo, μ é a viscosidade dinâmico do fluido e ν é a viscosidade cinemática do fluido.

Cinemática dos Fluidos

Descrição e classificação dos Movimentos de fluidos

- O Número de Reynolds (Re) é uma medida da razão entre as forças de inércia de um elemento fluido e os efeitos viscosos neste elemento.
 - Re pequeno: efeitos viscosos dominantes (possível desprezar efeitos de inércia);
 - Re grande: efeitos viscosos pequenos em relação a da inércia.
- Não é só a velocidade que determina a característica do escoamento (massa específica, viscosidade e dimensão do duto são igualmente importantes). Estes parâmetros combinados produzem o número de Reynolds.

Cinemática dos Fluidos

Descrição e classificação dos Movimentos de fluidos

- Não é possível definir precisamente as faixas de números de Reynolds para cada tipo de escoamento (depende também de algumas “perturbações”).
- De forma geral temos:
 - $Re \leq 2100$ - Escoamento Laminar
 - $Re \geq 4000$ - Escoamento Turbulento
 - $2100 < Re < 4000$ - Escoamento de Transição

Cinemática dos Fluidos

Descrição e classificação dos Movimentos de fluidos

Exemplo 1

Calcular o número de Reynolds e identificar se o escoamento é laminar ou turbulento sabendo-se que em uma tubulação com diâmetro de 4 cm escoava água com uma velocidade de 0,05m/s.

Exemplo 2

Um determinado líquido, com $\rho = 1200,00\text{kg}/\text{m}^3$, escoava por uma tubulação de diâmetro 3 cm com uma velocidade de 0,1 m/s, sabendo-se que o número de Reynolds é 9544,35. Determine qual a viscosidade dinâmica do líquido.