



Fundamentos Básicos de Mecânica dos Fluidos

Prof. Luiz Eduardo Miranda J. Rodrigues






Aula - 8

Introdução a Cinemática dos Fluidos



Conteúdos Abordados Nessa Aula

Aula 8

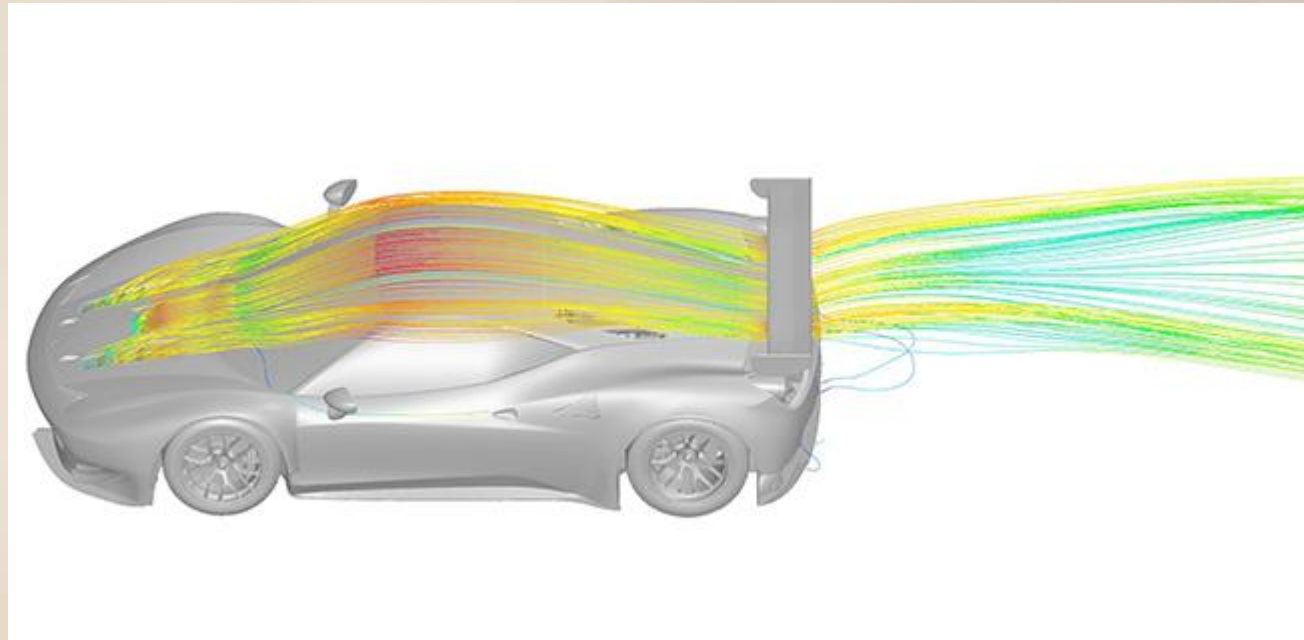
-  Cinemática dos Fluidos;
-  Definição de Vazão Volumétrica;
-  Vazão em Massa e Vazão em Peso.



Definição

Aula 8

- ☉ A cinemática dos fluidos é a ramificação da mecânica dos fluidos que estuda o comportamento de um fluido em uma condição movimento.





- ✈ Em hidráulica ou em mecânica dos fluidos, define-se vazão como a relação entre o volume e o tempo.
- ✈ A vazão pode ser determinada a partir do escoamento de um fluido através de determinada seção transversal de um conduto livre (canal, rio ou tubulação aberta) ou de um conduto forçado (tubulação com pressão positiva ou negativa).
- ✈ Isto significa que a vazão representa a rapidez com a qual um volume escoar. As unidades de medida adotadas são geralmente o m^3/s , m^3/h , l/h ou o l/s .



Cálculo da Vazão Volumétrica

Aula 8

- ✈ A forma mais simples para se calcular a vazão volumétrica é apresentada a seguir na equação mostrada.

$$Q_v = \frac{V}{t}$$

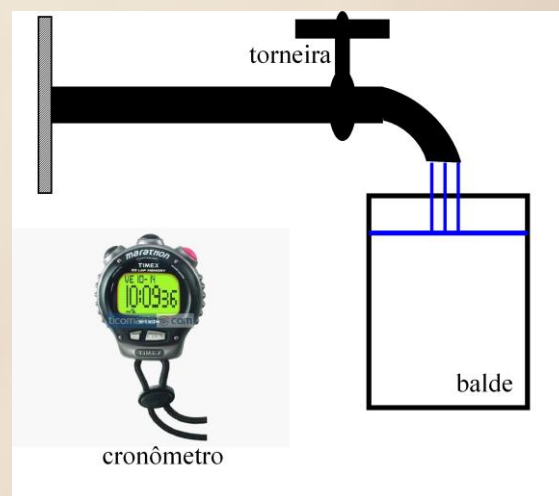
- ✈ Q_v representa a vazão volumétrica, V é o volume e t o intervalo de tempo para se encher o reservatório.



Método Experimental

Aula 8

- Um exemplo clássico para a medição de vazão é a realização do cálculo a partir do enchimento completo de um reservatório através da água que escoa por uma torneira aberta como mostra a figura.
- Considere que ao mesmo tempo em que a torneira é aberta um cronômetro é acionado. Supondo que o cronômetro foi desligado assim que o balde ficou completamente cheio marcando um tempo t , uma vez conhecido o volume V do balde e o tempo t para seu completo enchimento, a equação é facilmente aplicável resultando na vazão volumétrica desejada.



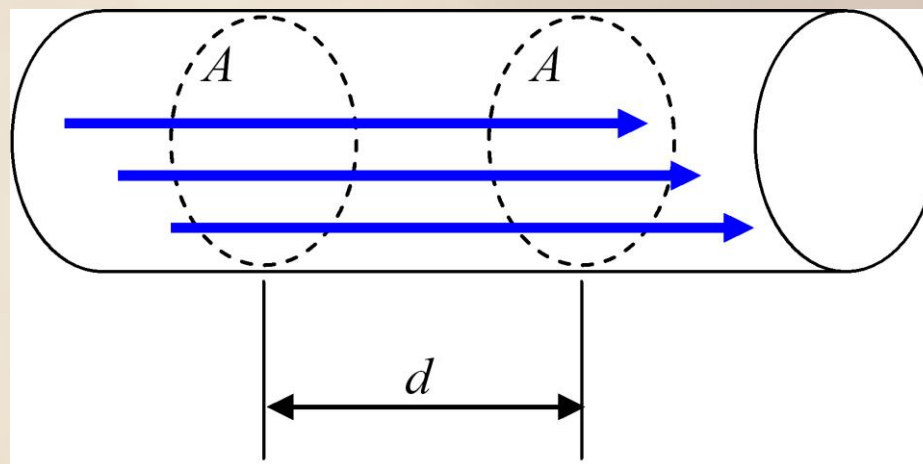
$$Q_v = \frac{V}{t}$$



Relação entre Área e Velocidade

Aula 8

- Uma outra forma matemática de se determinar a vazão volumétrica é através do produto entre a área da seção transversal do conduto e a velocidade do escoamento neste conduto.





Relação entre Área e Velocidade

Aula 8

✈ Pela análise da figura, é possível observar que o volume do cilindro tracejado é dado por:

$$V = d \cdot A$$

✈ Substituindo essa equação na equação de vazão volumétrica, pode-se escrever que:

$$Q_v = \frac{d \cdot A}{t}$$

✈ A partir dos conceitos básicos de cinemática aplicados em Física, sabe-se que a relação d/t é a velocidade do escoamento, portanto, pode-se escrever a vazão volumétrica da seguinte forma:

$$Q_v = v \cdot A$$

✈ Q_v representa a vazão volumétrica, v é a velocidade do escoamento e A é a área da seção transversal da tubulação.



Relações Importantes

Aula 8

- ✈️ $1\text{m}^3 = 1000\text{litros}$
 $1\text{h} = 3600\text{s}$
 $1\text{min} = 60\text{s}$

- ✈️ Área da seção transversal circular:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$\pi = 3,14$$



Cálculo da Vazão em Massa

Aula 8

- 🌐 **Vazão em Massa:** A vazão em massa é caracterizada pela massa do fluido que escoar em um determinado intervalo de tempo, dessa forma tem-se que:

$$Q_m = \frac{m}{t}$$

Onde m representa a massa do fluido.

- 🌐 Como definido anteriormente, sabe-se que $\rho = m/V$, portanto, a massa pode ser escrita do seguinte modo:

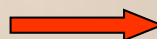
$$m = \rho \cdot V$$



$$Q_m = \frac{\rho \cdot V}{t}$$

- 🌐 Assim, pode-se escrever que:

$$Q_m = \rho \cdot Q_v$$




$$Q_m = \rho \cdot v \cdot A$$

- 🌐 Portanto, para se obter a vazão em massa basta multiplicar a vazão em volume pela massa específica do fluido em estudo. As unidades usuais para a vazão em massa são o kg/s ou então o kg/h.




Cálculo da Vazão em Peso


Aula 8

-  **Vazão em Peso:** A vazão em peso se caracteriza pelo peso do fluido que escoar em um determinado intervalo de tempo, assim, tem-se que:


$$Q_w = \frac{W}{t}$$

-  Sabe-se que o peso é dado pela relação $W = m \cdot g$, como a massa é $m = \rho \cdot V$, pode-se escrever que:

$$W = \rho \cdot V \cdot g$$

-  Assim, pode-se escrever que:

$$Q_w = \frac{\gamma \cdot V}{t} \quad \longrightarrow \quad Q_w = \gamma \cdot Q_v$$

-  Portanto, para se obter a vazão em massa basta multiplicar a vazão em volume pelo peso específico do fluido em estudo, o que também pode ser expresso em função da velocidade do escoamento e da área da seção transversal. As unidades usuais para a vazão em massa são o N/s ou então o N/h.

$$Q_w = \gamma \cdot v \cdot A$$



Exemplo de Aplicação

Aula 8

- 🌐 Calcular o tempo que levará para encher um tambor de 214 litros, sabendo-se que a velocidade de escoamento do líquido é de 0,3m/s e o diâmetro do tubo conectado ao tambor é igual a 30mm.

🌐 Solução:

🌐 Cálculo da vazão volumétrica:

$$Q_v = v \cdot A$$

$$Q_v = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$Q_v = 0,3 \cdot \frac{\pi \cdot 0,03^2}{4}$$

$$Q_v = 0,00021 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 0,21 \text{ l/s}$$

🌐 Cálculo do tempo:

$$Q_v = \frac{V}{t}$$

$$t = \frac{V}{Q_v}$$

$$t = \frac{214}{0,21}$$

$$t = 1014,22 \text{ s}$$

$$t = 16,9 \text{ min}$$



Exemplo de Aplicação

Aula 8

- 🌐 Calcular o diâmetro de uma tubulação, sabendo-se que pela mesma, escoar água a uma velocidade de 6m/s. A tubulação está conectada a um tanque com volume de 12000 litros e leva 1 hora, 5 minutos e 49 segundos para enchê-lo totalmente.

🌐 Solução:

🌐 Cálculo do tempo em segundos:

$$1\text{h}=3600\text{s}$$

$$5\text{min}=300\text{s}$$

$$t=3600+300+49$$

$$t = 3949\text{s}$$

🌐 Cálculo da vazão volumétrica:

$$Q_v = \frac{V}{t}$$

$$Q_v = \frac{12}{3949}$$

$$Q_v = 0,00303\text{m}^3/\text{s}$$

🌐 Cálculo do diâmetro:

$$Q_v = v \cdot A \quad \longrightarrow \quad Q_v = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$4 \cdot Q_v = v \cdot \pi \cdot d^2 \quad \longrightarrow \quad d^2 = \frac{4 \cdot Q_v}{v \cdot \pi}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_v}{v \cdot \pi}} \quad \longrightarrow \quad d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00303}{6 \cdot \pi}}$$

$$d = 0,0254\text{m} \quad \longrightarrow \quad d = 25,4\text{mm}$$



Exercícios Propostos

Aula 8

- 1) Uma mangueira é conectada em um tanque com capacidade de 10000 litros. O tempo gasto para encher totalmente o tanque é de 500 minutos. Calcule a vazão volumétrica máxima da mangueira.
- 2) Calcular a vazão volumétrica de um fluido que escoa por uma tubulação com uma velocidade média de $1,4 \text{ m/s}$, sabendo-se que o diâmetro interno da seção da tubulação é igual a 5cm.
- 3) Calcular o volume de um reservatório, sabendo-se que a vazão de escoamento de um líquido é igual a 5 l/s . Para encher o reservatório totalmente são necessárias 2 horas.



Exercícios Propostos

Aula 8

- 4) No entamboramento de um determinado produto são utilizados tambores de 214 litros. Para encher um tambor levam-se 20 min. Calcule:
- a) A vazão volumétrica da tubulação utilizada para encher os tambores.
 - b) O diâmetro da tubulação, em milímetros, sabendo-se que a velocidade de escoamento é de 5 m/s.
 - c) A produção após 24 horas, desconsiderando-se o tempo de deslocamento dos tambores.
- 5) Um determinado líquido é descarregado de um tanque cúbico de 5m de aresta por um tubo de 5cm de diâmetro. A vazão no tubo é 10 l/s, determinar:
- a) a velocidade do fluído no tubo.
 - b) o tempo que o nível do líquido levará para descer 20cm.



Exercícios Propostos

Aula 8

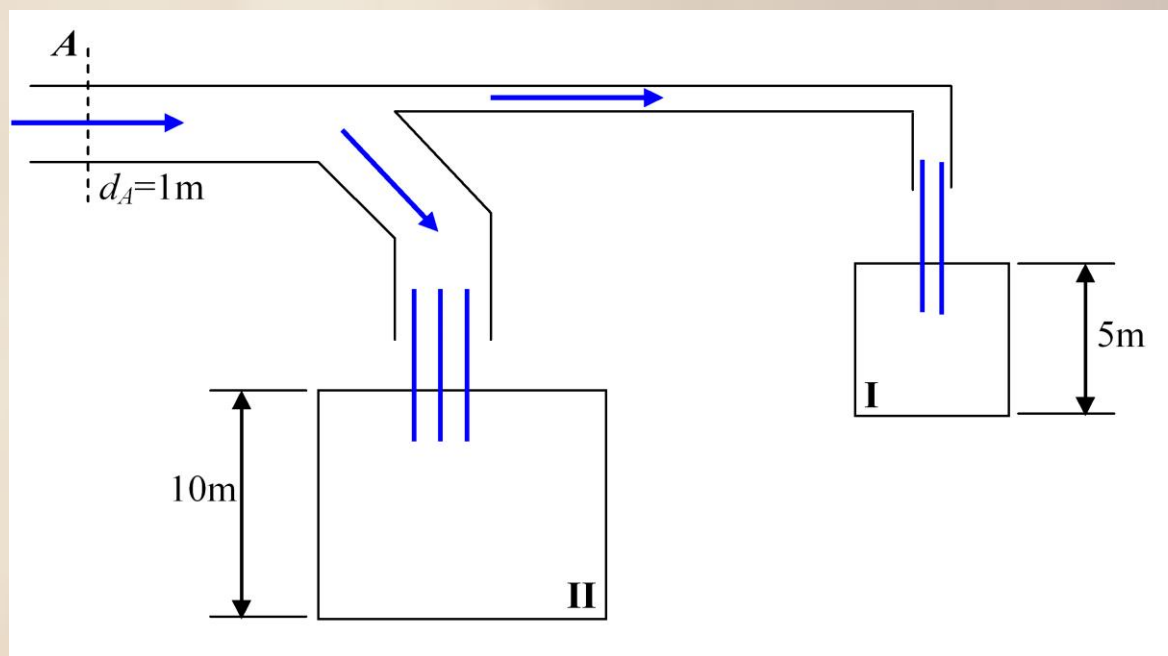
- 6) Calcule a vazão em massa de um produto que escoa por uma tubulação de 0,3m de diâmetro, sendo que a velocidade de escoamento é igual a 1,0m/s.
Dados: massa específica do produto = 1200kg/m^3
- 7) Baseado no exercício anterior, calcule o tempo necessário para carregar um tanque com 500 toneladas do produto.
- 8) A vazão volumétrica de um determinado fluido é igual a 10 l/s. Determine a vazão mássica desse fluido, sabendo-se que a massa específica do fluido é 800 kg/m^3 .
- 9) Um tambor de 214 litros é enchido com óleo de peso específico relativo 0,8, sabendo-se que para isso é necessário 15 min. Calcule:
 - a) A vazão em peso da tubulação utilizada para encher o tambor.
 - b) O peso de cada tambor cheio, sendo que somente o tambor vazio pesa 100N
 - c) Quantos tambores um caminhão pode carregar, sabendo-se que o peso máximo que ele suporta é 15 toneladas.



Exercícios Propostos

Aula 8



- 10) Os reservatórios I e II da figura abaixo, são cúbicos. Eles são cheios pelas tubulações, respectivamente em 100s e 500s. Determinar a velocidade da água na seção A indicada, sabendo-se que o diâmetro da tubulação é 1m.





Conteúdos Abordados na Próxima Aula

Aula 8

-  Escoamento Laminar e Turbulento;
-  Cálculo do Número de Reynolds.

Obrigado Pela Atenção

Nos Encontramos na Próxima Aula

