

Definição de Mecânica dos Fluidos

- A mecânica dos fluidos é o ramo da mecânica que estuda o comportamento físico dos fluidos e suas propriedades. Os aspectos teóricos e práticos da mecânica dos fluidos são de fundamental importância para a solução de diversos problemas encontrados habitualmente na engenharia, sendo suas principais aplicações destinadas ao estudo de escoamentos de líquidos e gases, máquinas hidráulicas, aplicações de pneumática e hidráulica industrial, sistemas de ventilação e ar condicionado além de diversas aplicações na área de aerodinâmica voltada para a indústria aeroespacial.
- O estudo da mecânica dos fluidos é dividido basicamente em dois ramos, a estática dos fluidos e a dinâmica dos fluidos. A estática dos fluidos trata das propriedades e leis físicas que regem o comportamento dos fluidos livre da ação de forças externas, ou seja, nesta situação o fluido se encontra em repouso ou então com deslocamento em velocidade constante, já a dinâmica dos fluidos é responsável pelo estudo e comportamento dos fluidos em regime de movimento acelerado no qual se faz presente a ação de forças externas responsáveis pelo transporte de massa.
- Dessa forma, pode-se perceber que o estudo da mecânica dos fluidos está relacionado a muitos processos industriais presentes na engenharia e sua compreensão representa um dos pontos fundamentais para a solução de problemas geralmente encontrados nos processos industriais.



Definição de Fluido

- Um fluido é caracterizado como uma substância que se deforma continuamente quando submetida a uma tensão de cisalhamento, não importando o quão pequena possa ser essa tensão. Os fluidos incluem os líquidos, os gases, os plasmas e, de certa maneira, os sólidos plásticos. A principal característica dos fluidos está relacionada a propriedade de não resistir a deformação e apresentam a capacidade de fluir, ou seja, possuem a habilidade de tomar a forma de seus recipientes. Esta propriedade é proveniente da sua incapacidade de suportar uma tensão de cisalhamento em equilíbrio estático.
- Os fluidos podem ser classificados como: Fluido Newtoniano ou Fluido Não Newtoniano. Esta classificação está associada à caracterização da tensão, como linear ou não-linear no que diz respeito à dependência desta tensão com relação à deformação e à sua derivada.



Divisão dos Fluidos

- Os fluidos também são divididos em líquidos e gases, os líquidos formam uma superfície livre, isto é, quando em repouso apresentam uma superfície estacionária não determinada pelo recipiente que contém o líquido. Os gases apresentam a propriedade de se expandirem livremente quando não confinados (ou contidos) por um recipiente, não formando portanto uma superfície livre. A superfície livre característica dos líquidos é uma propriedade da presença de tensão interna e atração/repulsão entre as moléculas do fluido, bem como da relação entre as tensões internas do líquido com o fluido ou sólido que o limita.
- Um fluido que apresenta resistência à redução de volume próprio é denominado fluido incompressível, enquanto o fluido que responde com uma redução de seu volume próprio ao ser submetido a ação de uma força é denominado fluido compressível.



Propriedades dos Fluidos

- Algumas propriedades são fundamentais para a análise de um fluido e representam a base para o estudo da mecânica dos fluidos, essas propriedades são específicas para cada tipo de substância avaliada e são muito importantes para uma correta avaliação dos problemas comumente encontrados na indústria. Dentre essas propriedades podem-se citar: a massa específica, o peso específico e o peso específico relativo.

Massa Específica

- Representa a relação entre a massa de uma determinada substância e o volume ocupado por ela. A massa específica pode ser quantificada através da aplicação da equação a seguir.
- onde, ρ é a massa específica, m representa a massa da substância e V o volume por ela ocupado.
- No Sistema Internacional de Unidades (SI), a massa é quantificada em kg e o volume em m^3 , assim, a unidade de massa específica é kg/m^3 .

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Peso Específico

- É a relação entre o peso de um fluido e volume ocupado, seu valor pode ser obtido pela aplicação da equação a seguir

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

- Como o peso é definido pelo princípio fundamental da dinâmica (2ª Lei de Newton) por $W = m \cdot g$, a equação pode ser reescrita do seguinte modo:

$$\gamma = \frac{m \cdot g}{V}$$

- A partir da análise das equações é possível verificar que existe uma relação entre a massa específica de um fluido e o seu peso específico, e assim, pode-se escrever que:

$$\gamma = \rho \cdot g$$

- onde, γ é o peso específico do fluido, W é o peso do fluido e g representa a aceleração da gravidade, em unidades do (SI), o peso é dado em N, a aceleração da gravidade em m/s^2 e o peso específico em N/m^3 .

Peso Específico Relativo

- Representa a relação entre o peso específico do fluido em estudo e o peso específico da água.
- Em condições de atmosfera padrão o peso específico da água é 10000N/m^3 , e como o peso específico relativo é a relação entre dois pesos específicos, o mesmo é um número adimensional, ou seja não contempla unidades.

$$\gamma_r = \frac{\gamma}{\gamma_{H_2O}}$$

Exercício 1

- 1) Sabendo-se que 1500kg de massa de uma determinada substância ocupa um volume de 2m^3 , determine a massa específica, o peso específico e o peso específico relativo dessa substância. Dados: $\gamma_{H_2O} = 10000\text{N/m}^3$, $g = 10\text{m/s}^2$.

Solução do Exercício 1

Massa Específica:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{1500}{2}$$

$$\rho = 750 \text{ kg/m}^3$$

Peso Específico:

$$\gamma = \rho \cdot g$$

$$\gamma = 750 \cdot 10$$

$$\gamma = 7500 \text{ N/m}^3$$

Peso Específico Relativo:

$$\gamma_r = \frac{\gamma}{\gamma_{H_2O}}$$

$$\gamma_r = \frac{7500}{10000}$$

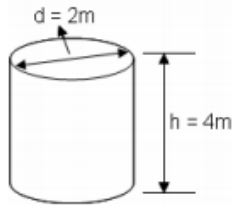
$$\gamma_r = 0,75$$

Exercício 2

- 2) Um reservatório cilíndrico possui diâmetro de base igual a 2m e altura de 4m, sabendo-se que o mesmo está totalmente preenchido com gasolina (ver propriedades na Tabela), determine a massa de gasolina presente no reservatório.

Solução do Exercício 2

Volume do Reservatório



$$V = A_b \cdot h \Rightarrow V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \Rightarrow V = \frac{\pi \cdot 2^2}{4} \cdot 4 \Rightarrow V = 12,56\text{m}^3$$

Massa Específica

$\rho = 720\text{kg/m}^3$ (obtido na tabela de propriedades dos fluidos)

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V \Rightarrow m = 720 \cdot 12,56 \Rightarrow m = 9047,78\text{kg}$$



Mecânica dos Fluidos

Teorema de Stevin

- O teorema de Stevin também é conhecido por teorema fundamental da hidrostática e sua definição é de grande importância para a determinação da pressão atuante em qualquer ponto de uma coluna de líquido.
- O teorema de Stevin diz que “A diferença de pressão entre dois pontos de um fluido em repouso é igual ao produto do peso específico do fluido pela diferença de cota entre os dois pontos avaliados”, matematicamente essa relação pode ser escrita do seguinte modo:

$$\Delta P = \gamma \cdot \Delta h$$



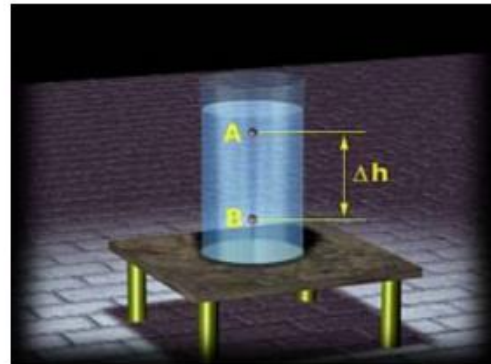
Mecânica dos Fluidos

Aplicação do Teorema de Stevin

- Avaliando-se a figura, é possível observar que o teorema de Stevin permite a determinação da pressão atuante em qualquer ponto de um fluido em repouso e que a diferença de cotas Δh é dada pela diferença entre a cota do ponto B e a cota do ponto A medidas a partir da superfície livre do líquido, assim, pode-se escrever que:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$$\Delta h = h_B - h_A$$



$$\Delta P = P_B - P_A = \rho \cdot g \cdot (h_B - h_A)$$

Exercício 1

- 1) Um reservatório aberto em sua superfície possui 8m de profundidade e contém água, determine a pressão hidrostática no fundo do mesmo.
- Dados: $\gamma_{H_2O} = 10000\text{N/m}^3$, $g = 10\text{m/s}^2$.

Solução do Exercício 1

Determinação da Pressão:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P = \gamma \cdot h$$

$$P = 10000 \cdot 8$$

$$P = 80000 \text{ Pa}$$

Princípio de Pascal

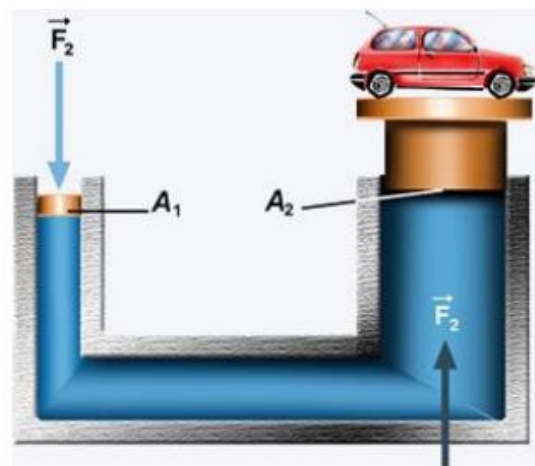
- O Princípio de Pascal representa uma das mais significativas contribuições práticas para a mecânica dos fluidos no que tange a problemas que envolvem a transmissão e a ampliação de forças através da pressão aplicada a um fluido.
- O seu enunciado diz que: “quando um ponto de um líquido em equilíbrio sofre uma variação de pressão, todos os outros pontos também sofrem a mesma variação”.

Aplicações do Princípio de Pascal

- Pascal, físico e matemático francês, descobriu que, ao se aplicar uma pressão em um ponto qualquer de um líquido em equilíbrio, essa pressão se transmite a todos os demais pontos do líquido, bem como às paredes do recipiente.
- Essa propriedade dos líquidos, expressa pela lei de Pascal, é utilizada em diversos dispositivos, tanto para amplificar forças como para transmiti-las de um ponto a outro. Um exemplo disso é a prensa hidráulica e os freios hidráulicos dos automóveis.

Elevador Hidráulico

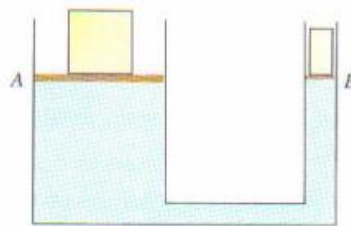
- Os elevadores para veículos automotores, utilizados em postos de serviço e oficinas, baseiam-se nos princípios da prensa hidráulica. Ela é constituída de dois cilindros de seções diferentes. Em cada um, desliza um pistão. Um tubo comunica ambos os cilindros desde a base. A prensa hidráulica permite equilibrar uma força muito grande a partir da aplicação de uma força pequena. Isso é possível porque as pressões sobre as duas superfícies são iguais (Pressão = Força / Área). Assim, a grande força resistente (F_2) que age na superfície maior é equilibrada por uma pequena força motora (F_1) aplicada sobre a superfície menor ($F_2/A_2 = F_1/A_1$) como pode se observar na figura.



$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Exercício 2

- 2) Na figura apresentada a seguir, os êmbolos **A** e **B** possuem áreas de 80cm^2 e 20cm^2 respectivamente. Despreze os pesos dos êmbolos e considere o sistema em equilíbrio estático. Sabendo-se que a massa do corpo colocado em **A** é igual a 100kg , determine a massa do corpo colocado em **B**.



Solução do Exercício 2

Força atuante em A:

$$F_A = m_A \cdot g$$

$$F_A = 100 \cdot 10$$

$$F_A = 1000\text{N}$$

Força atuante em B:

$$\frac{F_A}{A_A} = \frac{F_B}{A_B}$$

$$\frac{1000}{80} = \frac{F_B}{20}$$

$$F_B = \frac{1000 \cdot 20}{80}$$

$$F_B = 250\text{N}$$

Massa em B:

$$F_B = m_B \cdot g$$

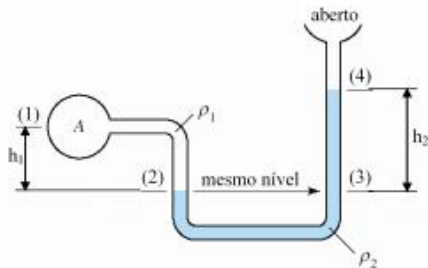
$$m_B = \frac{F_B}{g}$$

$$m_B = \frac{250}{10}$$

$$m_B = 25\text{kg}$$

Determinação da Pressão

- Para se determinar a pressão do ponto A em função das várias alturas das colunas presentes na figura aplica-se o teorema de Stevin em cada um dos trechos preenchidos com o mesmo fluido.



Ponto 2:

$$P_1 = P_A \rightarrow P_2 = \gamma_1 \cdot h_1 + P_A$$

$$P_2 = \rho_1 \cdot g \cdot h_1 + P_A$$

$$P_A = P_2 - \rho_1 \cdot g \cdot h_1$$

Ponto 3:

$$P_2 = P_3 \rightarrow P_2 = P_3 = \rho_1 \cdot g \cdot h_1 + P_A$$

$$P_A = P_3 - \rho_1 \cdot g \cdot h_1$$

Ponto 4:

$$P_4 = P_3 - \gamma_2 \cdot h_2 \quad P_4 = P_3 - \rho_2 \cdot g \cdot h_2$$

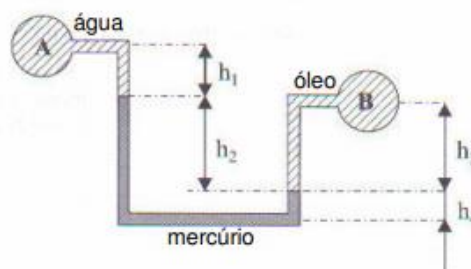
$$P_4 = \rho_1 \cdot g \cdot h_1 + P_A - \rho_2 \cdot g \cdot h_2$$

$$0 = \rho_1 \cdot g \cdot h_1 - \rho_2 \cdot g \cdot h_2 + P_A$$

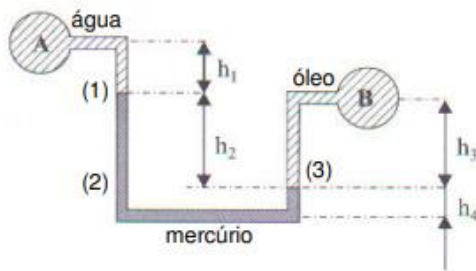
$$P_A = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 - \rho_1 \cdot g \cdot h_1$$

Exercício 1

- 1) No manômetro diferencial mostrado na figura, o fluido **A** é água, **B** é óleo e o fluido manométrico é mercúrio. Sendo $h_1 = 25\text{cm}$, $h_2 = 100\text{cm}$, $h_3 = 80\text{cm}$ e $h_4 = 10\text{cm}$, determine qual é a diferença de pressão entre os pontos **A** e **B**.
- Dados: $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 10000\text{N/m}^3$, $\gamma_{\text{Hg}} = 136000\text{N/m}^3$, $\gamma_{\text{óleo}} = 8000\text{N/m}^3$.



Solução do Exercício 1



Ponto 1:

$$P_1 = P_A + \gamma_{h_{2o}} \cdot h_1$$

Ponto 2:

$$P_2 = P_1 + \gamma_{Hg} \cdot h_2$$

$$P_2 = P_A + \gamma_{h_{2o}} \cdot h_1 + \gamma_{Hg} \cdot h_2$$

Ponto 3:

$$P_3 = P_2 \quad \text{Mesmo fluido e nível}$$

$$P_3 = P_A + \gamma_{h_{2o}} \cdot h_1 + \gamma_{Hg} \cdot h_2$$

Diferença de pressão:

$$P_B = P_3 - \gamma_{\text{óleo}} \cdot h_3$$

$$P_B = P_A + \gamma_{h_{2o}} \cdot h_1 + \gamma_{Hg} \cdot h_2 - \gamma_{\text{óleo}} \cdot h_3$$

$$P_B - P_A = \gamma_{h_{2o}} \cdot h_1 + \gamma_{Hg} \cdot h_2 - \gamma_{\text{óleo}} \cdot h_3$$

$$P_B - P_A = 10000 \cdot 0,25 + 136000 \cdot 1 - 8000 \cdot 0,8$$

$$P_B - P_A = 132100 \text{ Pa}$$