

Aula 00 - Prof. Juliano
*Hemobrás (Analista Industrial de
Hemoderivados e Biotecnologia -
Engenharia Mecânica) Conhecimentos
Específicos - 2024 (Pós-Edital)*

Autor:
Felipe Canella, Juliano de Pelegrin

16 de Dezembro de 2024

Sumário

Mecânica dos Fluidos	2
1 – Introdução e conceitos fundamentais	2
1.1 - Conservação da massa em um volume de controle.....	3
1.2 – Classificação de escoamentos de fluidos	5
2 – Estática dos fluidos	9
2.1 – Pressão	9
2.2 – Lei de Pascal.....	13
2.3 – Força Hidrostática em superfícies submersas.....	14
Considerações Finais.....	17
Questões Comentadas	18
Lista de Questões.....	43
Gabarito.....	56
Resumo	57



MECÂNICA DOS FLUIDOS

Caro(a) estrategista, vamos iniciar o estudo da mecânica dos fluidos com uma introdução e a definição de diversos **conceitos fundamentais** importantes para que possamos desenvolver os demais conteúdos conforme estes são cobrados em prova. Bora lá?!

1 – Introdução e conceitos fundamentais

A mecânica dos fluidos é uma das disciplinas que mais amedronta e gera dificuldades durante a graduação, pois em grande parte das questões de prova não exige somente aplicação de números em equações, mas sim uma avaliação do problema bem como aplicação de leis físicas de uma maneira coerente. Desta forma, além de exigir conhecimento, exigem intuição física e experiência na resolução de questões por você, caro estrategista.

Como você já deve ter estudado a parte da mecânica que trata dos corpos em repouso é denominada estática e, aprendemos que a parte da mecânica que estuda os corpos em movimento é denominada dinâmica.

A **mecânica dos fluidos** é uma subcategoria da mecânica e segundo Cengel, pode ser definida como **ciência que trata do comportamento dos fluidos em repouso (estática dos fluidos) ou em movimento (dinâmica dos fluidos) e da interação entre fluidos e sólidos e outros fluidos nas fronteiras.**

Mas professor, o que é um fluido? Basicamente qualquer substância que esteja no **estado líquido ou gasoso** é denominada de **fluido**. Em termos técnicos, a diferença entre um sólido e um fluido, consiste na resistência apresentada pela substância a uma tensão de cisalhamento aplicada. O sólido resiste a tensão deformando-se enquanto um fluido sofre deformação continuamente independentemente da intensidade da força a qual está sendo submetido.

Em outras palavras podemos dizer que **os fluidos tendem a escoar quando interagimos com eles** e os sólidos possuem a tendência de ser deformar ou dobrar quando é realizada interações com este.

Caro estrategista, dando sequência a nossa introdução, cabe destacar que para a análise de quaisquer questões que envolvam a mecânica dos fluidos torna-se necessário o estabelecimento e o **conhecimento de algumas leis básicas** que são aplicáveis a todos os fluidos que são:

- a) Conservação da Massa;
- b) A segunda lei de Newton (movimento);
- c) O princípio da quantidade de movimento angular;
- d) 1ª e 2ª lei da termodinâmica.

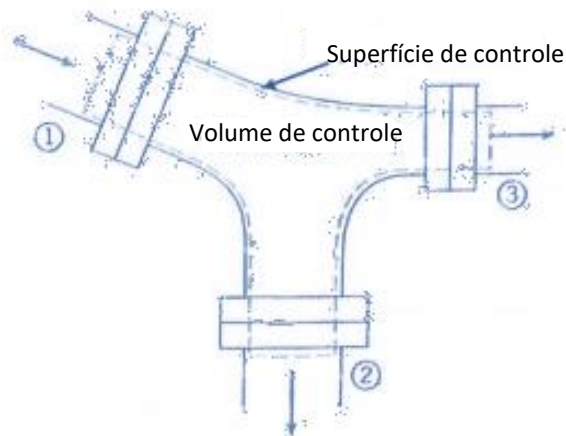
Isso não quer dizer que em qualquer das questões que você se deparar será necessária a utilização de conceitos inerentes a todas as leis apresentadas, mas em alguns casos algumas relações entre estas leis serão estabelecidas e necessárias para uma correta resolução.



1.1 - Conservação da massa em um volume de controle

Prezado aluno(a), na mecânica dos fluidos estamos interessados em avaliar escoamentos através de tubulações, bocais, compressores... Neste caso, a melhor maneira para realizar a análise dos fenômenos que acontecem se dá através do enfoque do **volume de controle**.

Como visto em nossa aula sobre termodinâmica temos que o volume de controle é um volume casual de onde o fluido escoar. Vejamos a figura abaixo onde temos um exemplo de volume de controle com partes reais e imaginárias demonstrando o escoamento em uma junção de tubos.



Note que alguns trechos limites da nossa superfície de controle são reais delimitadas pelas paredes dos tubos e algumas são imaginárias (entradas e saídas).

Além disso, aplicando o **princípio da conservação da massa** na junção ilustrada acima temos que a **vazão mássica na entrada é igual a vazão mássica na saída**, ou seja, $\dot{m}_e = \dot{m}_s$ e, a vazão mássica pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$\dot{m} = \rho \cdot V \cdot A = \frac{V \cdot A}{v}$$

Onde V é a velocidade, A é a área, v o volume específico e ρ a massa específica do fluido.

Podemos também definir a **vazão volumétrica** (Q_V) como sendo a razão entre o volume e o tempo ou o produto entre a velocidade de escoamento e a área e, esta grandeza representa a **rapidez com o qual o volume escoar** podendo ser calculada pela seguinte expressão:

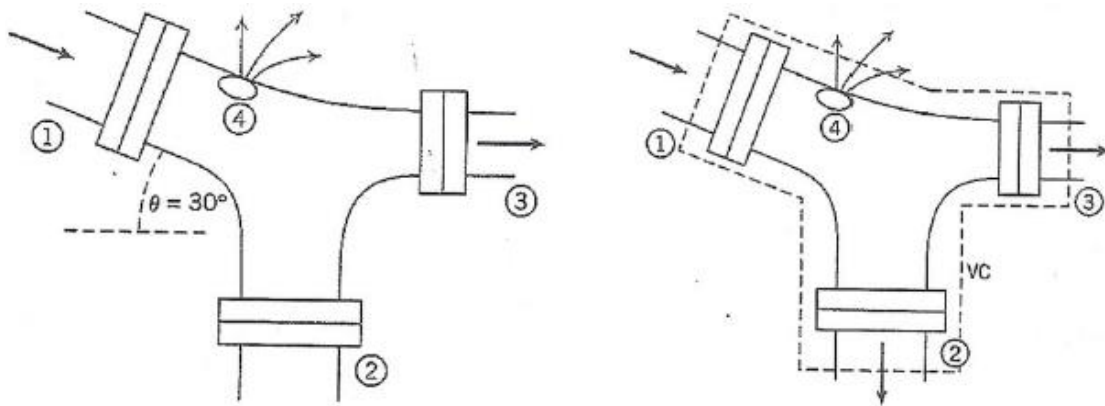
$$Q_V = \frac{V (\text{Volume})}{t (\text{tempo})} = V (\text{velocidade}) \cdot A (\text{área})$$



(FUMARC/CEMIG-2018) Considere o escoamento permanente de água em uma junção de tubos, conforme mostrado no diagrama.

As áreas das seções são: $A_1 = 0,2m^2$; $A_2 = 0,2m^2$ e $A_3 = 0,15m^2$. O fluido também vaza para fora do tubo através de um orifício em 4 com uma vazão volumétrica estimada em $0,1m^3/s$. As velocidades médias nas seções 1 e 3 são, respectivamente, $V_1 = 5m/s$ e $V_3 = 12m/s$.

Determine a velocidade do escoamento na seção 2.



- a) - 1,5m/s
- b) - 4,5m/s
- c) - 6,5m/s
- d) - 8,5m/s

Comentário:

A alternativa B está CORRETA e é o gabarito da questão.

Para a resolução desta questão temos que aplicar a lei da conservação da massa em volume de controle. Sabendo-se que vazão mássica é dada por $\dot{m} = \rho \cdot V \cdot A$ e considerando a água como um fluido incompressível em que a massa específica na entrada será igual a massa específica na saída podemos equacionar o sistema da seguinte maneira:

$$\dot{m}_e = \dot{m}_s \Rightarrow V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2 + V_3 \cdot A_3 + V_4 \cdot A_4$$

Note que no enunciado da questão é dada a vazão volumétrica no orifício em 4, lembre-se que $Q_V = V \cdot A$. Sendo assim, nos resta apenas substituímos os valores nas equações. Vejamos:

$$5 \cdot 0,2 = V_2 \cdot 0,2 + 12 \cdot 0,15 + 0,1 \Rightarrow V_2 = \frac{-0,9}{0,2} = -4,5 \text{ m/s}$$

O fato de a velocidade ser negativa quer dizer que o vetor de velocidade apontando para fora do volume de controle indicado na questão está equivocado. Na verdade, nesta seção temos uma entrada de escoamento.

Outro caso, onde o princípio de conservação da massa atua, é no ato de enchimento de um reservatório de água. Para um volume de controle, o princípio de conservação da massa indica a transferência de massa para o interior ou para o exterior do volume de controle durante um determinado intervalo de tempo Δt . Esta transferência de massa é igual à variação total da massa total, que pode aumentar, diminuir ou permanecer estável, dentro do volume de controle durante Δt .





Quando estamos tratando de processos com escoamento em regime permanente para um sistema que possui diversas entradas e saídas temos que o **escoamento em regime permanente** será expresso por:

$$\sum_e \dot{m} = \sum_s \dot{m}$$

Esta equação nos traz que a vazão total de massa que entra em um volume de controle é idêntica à vazão total de massa que sai dele.

Para **escoamentos incompressíveis** podemos simplificar ainda mais as relações de conservação da massa, pois podemos cancelar a densidade em ambos os lados da equação. Assim teremos que:

$$\sum_e \dot{V} = \sum_s \dot{V} \quad \text{em que } \dot{V} = V \cdot A$$

Apesar \dot{V} nos indicar a vazão volumétrica não existe um princípio de “conservação de volume”.

Vamos agora ao estudo da classificação de escoamento dos fluidos.

1.2– Classificação de escoamentos de fluidos

Prezado concurseiro(a), com certeza você já deve ter ouvido falar da viscosidade de um fluido. Esta é uma medida da aderência interna do fluido e é causada por forças coesivas que atuam entre as moléculas de um líquido e por colisões moleculares que ocorrem nos gases.

Nesta linha de raciocínio, temos que os escoamentos em que os efeitos causados pelo atrito possuem grau significativo são denominados **escoamentos viscosos**. Em contrapartida em grande parte dos escoamentos, onde busca-se uma análise simplificada, os termos viscosos são desprezados caracterizando, portanto, um **escoamento não viscoso ou invíscido**. Normalmente as regiões de escoamento não viscoso são aquelas afastadas de superfícies sólidas.

Uma maneira de se estimar se as forças viscosas podem ou não serem desprezadas comparadas com a força de pressão é realizada pelo cálculo do **número de Reynolds**, adimensional, pela seguinte expressão matemática:



$$Re = \rho \frac{V \cdot L}{\mu}$$

Em que ρ é a massa específica do fluido, μ é a viscosidade dinâmica do fluido, V é a velocidade característica do escoamento e L o comprimento típico ou característico do escoamento.



Na mecânica dos fluidos frequentemente devemos relacionar a viscosidade dinâmica de um fluido (μ) com sua viscosidade cinemática (ν). A razão entre μ/ν é dada pela massa específica do fluido (ρ).

Quando o número de Reynolds for um valor elevado, poderemos desprezar os efeitos causados pela viscosidade, caso contrário, deveremos considerar os efeitos viscosos e, caso seja um valor intermediário, nenhuma conclusão poderá ser tirada.

Uma outra classificação de escoamento de um fluido é escoamento interno ou externo. Quando o fluido é forçado a escoar em um canal limitado por superfícies sólidas temos um **escoamento interno**. Um exemplo de escoamento interno é o escoamento da água em um cano.

Uma vez que o fluido escoar sem limitação sobre uma superfície, como uma placa, um arame ou um cano ocorre **escoamento externo**, ou seja, o corpo está imerso num fluido não contido. Um exemplo de escoamento externo é o escoamento do ar sobre uma bola de tênis ou sobre um objeto exposto durante uma ventania.

Agora deixo uma pergunta para você, caro estrategista. **O escoamento da água em um rio ou em uma vala é um escoamento interno ou externo?** Nem um nem outro, neste caso temos uma outra denominação, chamada de **escoamento de canal aberto** em que o ducto onde o líquido escoar está parcialmente cheio com o líquido e possui uma superfície aberta.



Escoamentos internos são restritos pela influência da viscosidade em qualquer parte do campo de escoamento. Já os escoamentos externos, os efeitos viscosos são restringidos pelas camadas-limite próximas das superfícies sólidas e as regiões de esteira jusante dos corpos.

Abaixo temos imagens que representam escoamento externo incompressível sobre uma esfera e sobre um objeto carenado, onde podemos visualizar a camada-limite, esteira e ponto de separação.





No escoamento em torno da esfera temos representados os pontos A, B e C. Nos pontos A e C o ar fica em repouso, sendo chamados de pontos de estagnação e no ponto B a velocidade do ar será alta. Sempre que a velocidade for alta neste escoamento a pressão será baixa e vice-versa. Desta forma, a pressão nos pontos A e C serão altas e iguais e a pressão no ponto B será baixa.

Outra maneira de classificação para escoamentos é em compressível e incompressível e isto depende do nível de variação da densidade do fluido durante o escoamento. Quando não ocorre variação da massa específica do fluido, ou seja, ela permanecer constante em todos os lugares ocorre um **escoamento incompressível**. Como a densidade dos líquidos são basicamente constantes temos que os **escoamentos que envolvam líquidos são incompressíveis**.

Os **gases**, por sua vez, são **altamente compressíveis** então podem apresentar escoamentos compressíveis. Geralmente em casos em que ocorre a análise de escoamentos de gases a altas velocidades expressamos a velocidade do gás em número de Mach (Ma), adimensional, que é definido pela razão entre a velocidade do escoamento (V) e a velocidade do som (c) que possui o valor de 346 m/s no ar à temperatura ambiente em nível do mar.

O escoamento será chamado de sônico para $Ma = 1$, subsônico para $Ma < 1$, supersônico para $Ma > 1$ e hipersônico para $Ma \gg 1$. Devemos conhecer o número de Mach, pois os escoamentos dos gases podem ser considerados incompressíveis, quando desprezada a transferência de calor, desde que a velocidade do escoamento seja pequena em relação a velocidade do som. **Para $Ma < 0,3$** temos uma variação de apenas 5% da massa específica do gás, podendo assim considerarmos o **escoamento incompressível**.



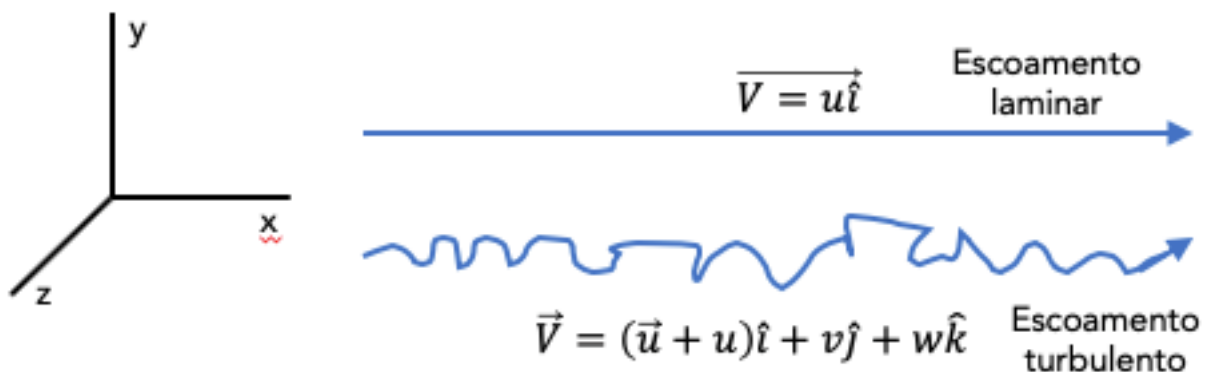
A **cavitação e o golpe de aríete** são fenômenos que ocorrem devido aos efeitos de compressibilidade de escoamento em líquidos. O **golpe de aríete**, também conhecido como martelo hidráulico, é ocasionada pela propagação e reflexão das ondas acústicas de um líquido contido, sendo um exemplo, o fechamento brusco de uma válvula numa tubulação. Esta ação irá gerar um **ruído similar a batida de um martelo num tubo**.

A **cavitação** por sua vez, ocorre quando **bolhas ou bolsas de vapor se criam em um escoamento de um líquido em razão das reduções locais na pressão**. Normalmente esses fenômenos ocorrem no uso de bombas hidráulicas ou turbinas, podendo causar prejuízos devido a danos que podem causar nas pás de bombas e turbinas.



Dando continuidade com a classificação dos tipos de escoamentos temos o **laminar e turbulento**. Pense na ação de abrir uma torneira chegando a uma vazão pequena, a água irá correr de maneira suave, cristalina. Caso aumentarmos a vazão da água ela irá sair de maneira agitada. Esses são exemplos de escoamento laminar e turbulento.

Tecnicamente falando o **escoamento laminar** ocorre de maneira em que as partículas apresentam movimento em camadas lisas, ou lâminas. No **escoamento turbulento** ocorre uma rápida mistura entre as partículas do fluido enquanto estas se movimentam por causa das flutuações aleatórias no campo tridimensional de velocidades. Vejamos a imagem abaixo representando a trajetória de partículas em escoamento linear e turbulento.



Para definirmos se um escoamento é laminar ou turbulento de um fluido incompressível dentro de um tubo, utilizamos o **número de Reynolds para tubos**, adimensional, que é definido por:

$$Re = \rho \frac{\vec{V}D}{\mu}$$

Em que \vec{V} é a velocidade média do escoamento e D o diâmetro interno do tubo. Caso $Re \leq 2300$ o escoamento será laminar, para valores superiores a 2300 o escoamento será classificado como turbulento.

A faixa do número de Reynolds que determina o escoamento de transição sofre grande influência das condições de entrada do duto e do seu comprimento.



(CESGRARIO/TRANSPETRO/2018) Água a 5°C, com viscosidade cinemática de $1,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, esco a 0,6 m/s, em um tubo com diâmetro de 0,1 m.

Qual velocidade de escoamento, em m/s, precisa ter um óleo a 20°C, com viscosidade cinemática de $1,0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, em um tubo com diâmetro 0,5 m, para que os escoamentos possam ser dinamicamente similares?

- a) 0,024
- b) 0,12



- c) 1,6
- d) 3,0
- e) 8,0

Comentário:

A partir do número de Reynolds podemos resolver esta questão. Para que os escoamentos sejam dinamicamente similares o número de Reynolds deve ser igual em ambos os escoamentos (água e óleo). Primeiramente devemos calcular o número de Reynolds para o escoamento de água, convertendo a viscosidade cinemática (ν) para dinâmica (μ). Vejamos:

$$Re = \rho \frac{\vec{V}D}{\mu} \quad ; \quad \rho = \frac{\mu}{\nu} \quad \Rightarrow \quad \mu = \nu \cdot \rho$$
$$Re = \rho \frac{\vec{V}D}{\nu \cdot \rho} = \frac{\vec{V}D}{\nu}$$

Substituindo os valores na equação temos que:

$$Re = \frac{(0,6 \cdot 0,1)}{(1,5 \cdot 10^{-6})} = 40000$$

Conhecido o número de Reynolds dos escoamento de água podemos calcular a velocidade do escoamento de óleo. Vejamos:

$$Re = \frac{\vec{V}D}{\nu} \quad \Rightarrow \quad 40000 = \frac{(V \cdot 0,5)}{(1 \cdot 10^{-4})} \quad \Rightarrow \quad V_{\text{óleo}} = 8 \text{ m/s}$$

Logo, a **alternativa E** está CORRETA e é o gabarito da questão.

Passaremos agora ao estudo da estática dos fluidos.

2 – Estática dos fluidos

2.1 – Pressão

Caro estrategista, a **pressão** é definida como uma **força normal que é gerada por um fluido por unidade de área**. Adotamos o termo pressão quando estamos lidando com um gás ou líquido. Como estudamos na resistência dos materiais, o equivalente da pressão nos corpos sólidos é a tensão normal. A unidade da pressão é o N/m^2 (Newtons por metro quadrado) ou Pa (Pascal).

A pressão em determinada posição, ou real, é denominada **pressão absoluta**, e ela é mensurada em relação ao vácuo absoluto (pressão absoluta zero). Contudo, grande parte dos medidores de pressão são calibrados para ler o zero na atmosfera. Indicando assim, a diferença entre a pressão absoluta e a pressão atmosférica local. Chamamos essa diferença de **pressão manométrica**. Vejamos:

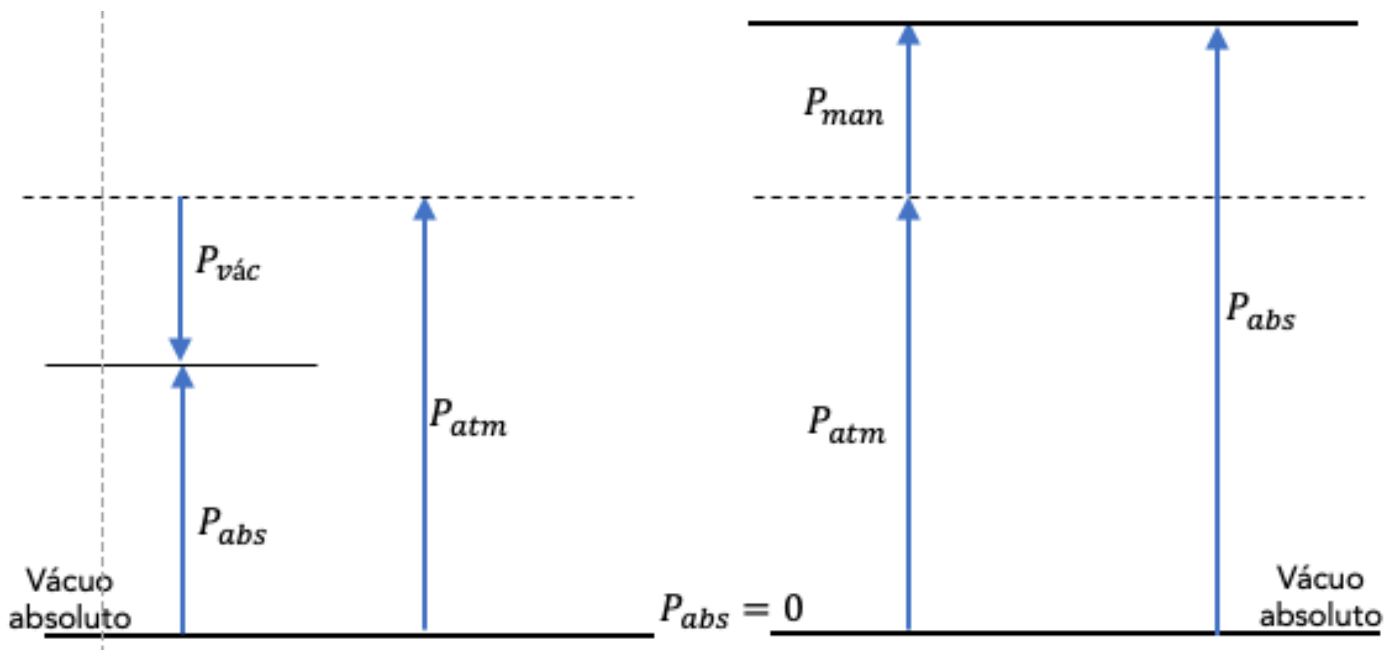
$$P_{man} = P_{abs} - P_{atm}$$

Pressões inferiores a pressão atmosférica são conhecidas como **pressão de vácuo** e são dadas pela diferença entre a pressão atmosférica e a pressão absoluta.

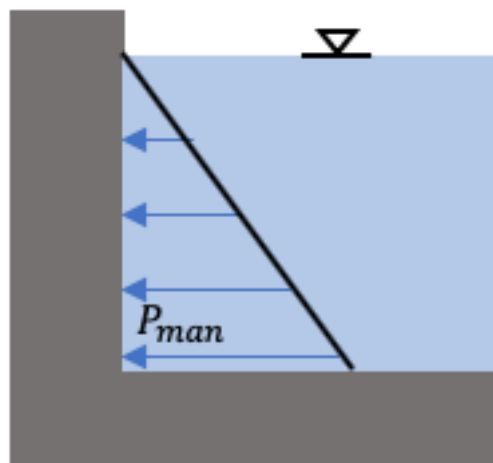


$$P_{vac} = P_{atm} - P_{abs}$$

Vejamos a relação entre as pressões na figura abaixo:



Dando sequência ao nosso estudo da pressão, não deve ser segredo para você, meu caro aluno(a), que a **pressão de um fluido varia em razão da profundidade** na presença de um campo de gravidade. Isso acontece porque uma maior quantidade de fluido se apoia nas camadas inferiores, elevando a pressão. Vejamos a figura abaixo.

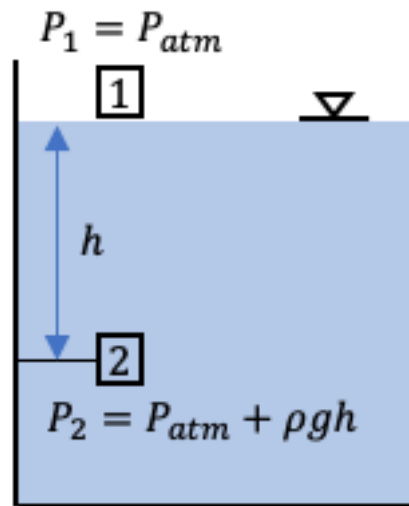


A equação que relaciona a variação da pressão com a profundidade é dada por:

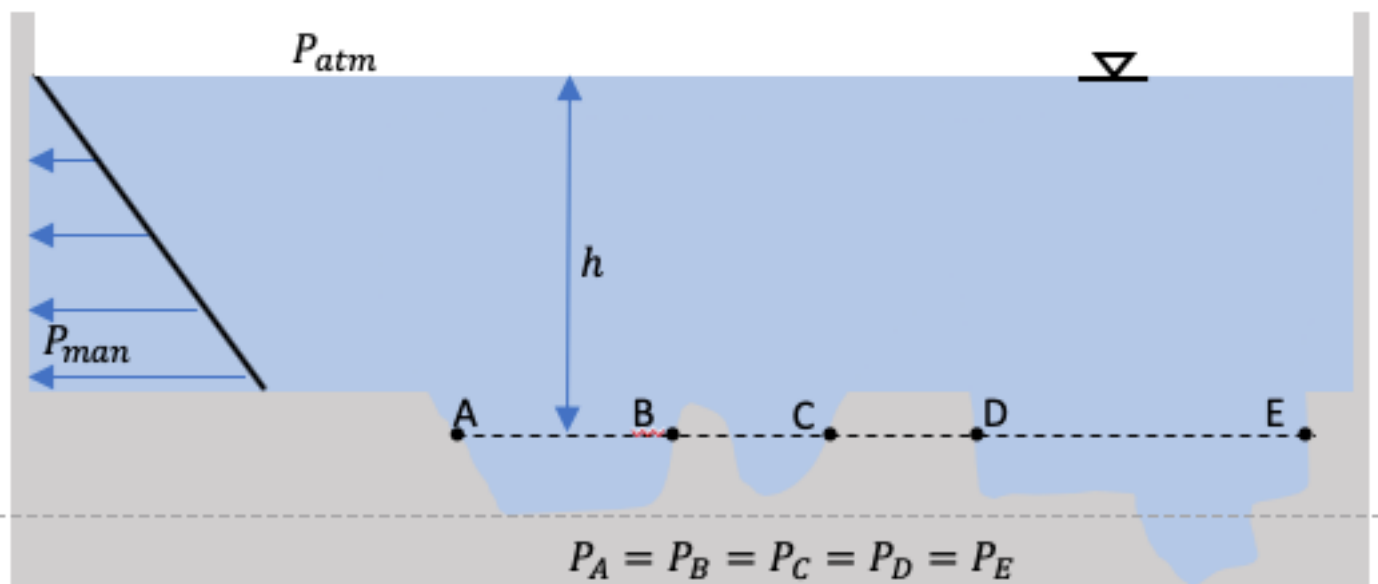
$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g \Delta z = \gamma \Delta z$$

Em que γ é o peso específico do fluido dado pelo produto entre a massa específica do fluido (ρ) e a aceleração da gravidade (g). Assim podemos perceber que a diferença de pressão entre dois pontos de um fluido com densidade constante é proporcional a distância vertical Δz entre os pontos e a massa específica do fluido, ou seja, a pressão de um fluido aumenta linearmente com a profundidade.





A pressão é a mesma em todos os pontos situados em um plano horizontal em um determinado fluido, independente da geometria, contudo, os pontos necessitam estar interconectados pelo mesmo fluido. Vejamos a imagem abaixo:

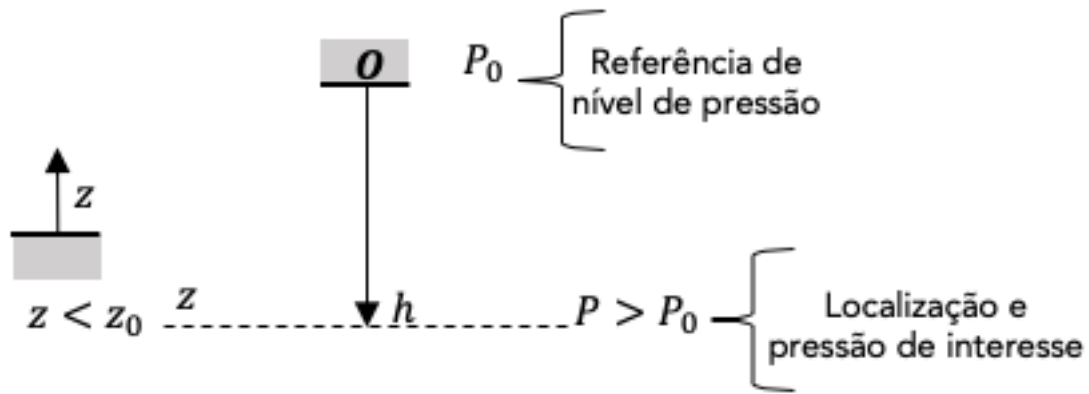


Quando estamos trabalhando com fluidos incompressíveis ($\rho = constante$) podemos encontrar a diferença de pressão entre dois pontos pela medida da diferença de elevação entre os dois pontos. Os dispositivos utilizados com este propósito são chamados de manômetros. Reescrevendo a equação temos que:

$$P - P_0 = \Delta P = \rho gh$$

Em que h é dado por $z_0 - z$. Habitualmente adotamos a origem do sistema de coordenadas na superfície livre, ou seja, mediremos as distâncias para baixo de nossa referência como positivas.





Comumente, em questões de prova, somos instados a resolver questões que envolvam diferentes tipos de fluidos e nos pedem a **conversão de unidade de pressão**. Conhecendo o peso específico de cada um dos tipos de fluidos e tendo indicado a pressão que pode ser dada em milímetros de coluna do fluido podemos realizar a conversão através da expressão $P = \rho gh$ que nos indica a pressão hidrostática de um fluido.



Caro estrategista, questões com manômetros com múltiplos fluidos são muito comuns na hora de analisá-las você deve seguir algumas regras para lhe ajudar na resolução da questão. Vejamos:

Pontos na mesma elevação dentro de um volume contínuo do mesmo líquido possuem pressões iguais.

A pressão aumenta conforme à medida desce na coluna de líquido.

As alturas h serão positivas para baixo e negativas para cima.

A **diferença de pressão entre dois pontos que estão separados por uma série de fluidos** pode ser determinada pela seguinte expressão:

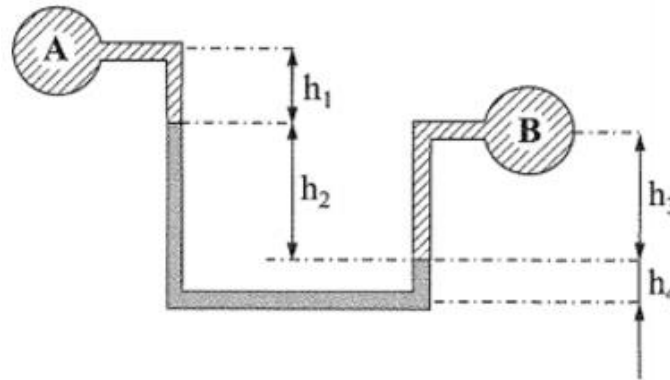
$$\Delta P = g \sum_i \rho_i h_i$$

Em que $\rho_i h_i$ representam as massas específicas e as profundidades dos diversos fluidos.





(CEV UECE/DETRAN-CE/2018) Atente à seguinte figura, que representa um manômetro diferencial, em que o fluido "A" é água, "B" é óleo e o fluido manométrico é mercúrio.



Fonte: Mecânica dos Fluidos / Franco Brunetti - 2 Ed.

Considerando-se $h_1 = 30$ cm, $h_2 = 120$ cm, $h_3 = 70$ cm e $h_4 = 5,0$ cm, e os seguintes dados: $\gamma_{\text{água}} = 10.000$ N/m³; $\gamma_{\text{mercúrio}} = 136.000$ N/m³; e $\gamma_{\text{óleo}} = 8.000$ N/m³, pode-se afirmar corretamente que a diferença de pressão $P_A - P_B$ é

- a) -160,6 kPa.
- b) 160,6 kPa.
- c) -167,4 kPa.
- d) 67,4 kPa.

Comentário:

Considerando os fluidos estáticos e incompressíveis e aplicando as equações do ponto B para o ponto A, com a correta utilização do sinal para as respectivas alturas, com os respectivos pesos específicos dados temos que:

$$P_A - P_B = [(\gamma_{\text{óleo}} \cdot h_3) + (\gamma_{\text{Hg}} \cdot -h_2) + (\gamma_{\text{água}} \cdot -h_1)]$$
$$P_A - P_B = [(8000 \cdot 0,7) - (136000 \cdot 1,2) - (10000 \cdot 0,3)] = -160600 \text{ Pa}$$

Logo, a **alternativa A** está CORRETA e é o gabarito da questão.

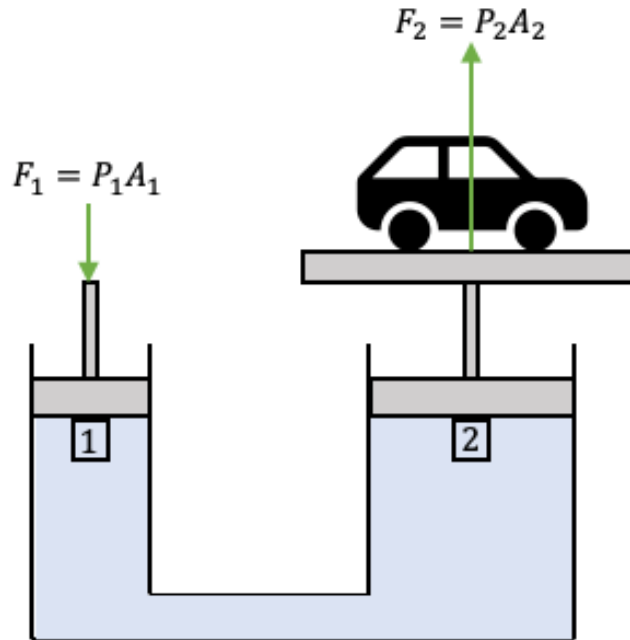
Vamos agora ao estudo da Lei de Pascal.

2.2 – Lei de Pascal

Prezado aluno (a), em questões de concurso envolvendo a mecânica dos fluidos é muito comum aparecerem aquelas que envolvam o **princípio de Pascal**, enunciado por Blaise Pascal, que nos diz que a pressão aplicada em um fluido disposto de dentro de um recipiente aumenta a pressão em todo o fluido com a mesma magnitude. Pascal também notou que a força aplicada a um fluido é proporcional a área de sua superfície.



Nesta linha de raciocínio tornou-se possível a percepção de que dois cilindros hidráulicos com áreas diferentes e conectados entre si e, que uma força aplicada em um dos cilindros gera uma força proporcionalmente a área do outro e vice-versa. Esse é um dos métodos de funcionamento dos elevadores hidráulicos muito utilizados nos dias de hoje. Vejamos a imagem abaixo:



Pelo princípio de Pascal as seguintes relações podem ser estabelecidas:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

A **relação entre as áreas** A_2/A_1 é denominada de **ganho mecânico ideal** do elevador hidráulico.

Para analisarmos um deslocamento (d) aplicado em um dos lados do pistão, devemos realizar a análise através da variação de volume (ΔV). Assim temos que:

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 \Rightarrow d_1 A_1 = d_2 A_2$$

Isso nos indica que para um deslocamento d_1 no pistão 1 temos que o deslocamento no pistão 2 será igual a

$$d_2 = d_1 \frac{A_1}{A_2}$$

2.3 – Força Hidrostática em superfícies submersas

Caro estrategista, após entendermos como a pressão atua em um fluido estático, vamos estudar como a força atua em uma superfície submersa em um líquido. Basicamente, para encontrarmos a **força resultante atuante** sobre uma superfície localizada abaixo de um fluido devemos identificar o módulo da força, o seu sentido e a linha de ação da força.



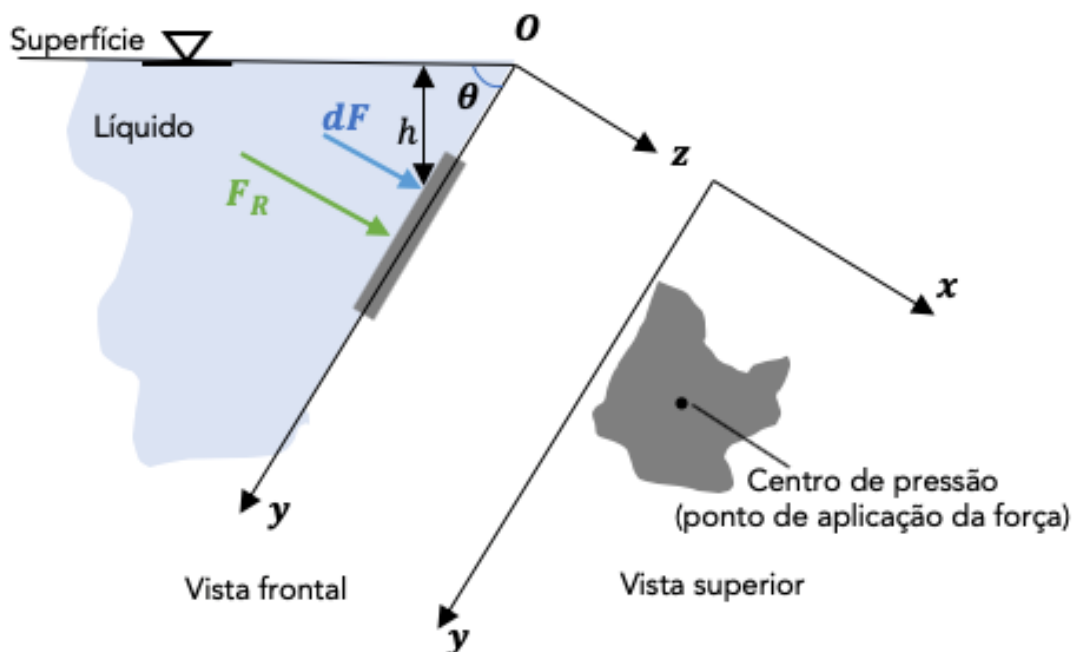
A **força hidrostática** que atua sobre qualquer elemento da superfície submersa age **normal a superfície** e, a força resultante agindo sobre a superfície é encontrada através da soma das forças infinitesimais sobre a área inteira. O seu módulo pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$F_R = \int_A P \cdot dA$$

Onde P é a pressão a uma profundidade h no líquido pode ser expressa por:

$$P = P_0 + \rho gh$$

Em que P_0 é a pressão na superfície livre ($h=0$) normalmente igual a pressão atmosférica. Vejamos a Imagem abaixo:



Através de relações trigonométricas podemos obter a altura h por:

$$h = y \cdot \text{sen}\theta$$

Substituindo os valores na integral acima e adotando y_c como a coordenada y do centroide da área A chegamos na seguinte expressão.

$$F_R = P_c \cdot A$$

Em que P_c é a pressão absoluta no líquido que atua no centroide da área A. Apesar de podermos calcular a força resultante por meio da pressão no centroide da placa, este **não é exatamente o seu ponto de aplicação**.

Chamando os pontos de aplicação da força resultante em y de y' e realizando as devidas deduções chega-se a seguinte expressão para determinação de sua coordenada:



$$y' = y_c + \frac{I_{x'}}{A \cdot y_c}$$

Em que $I_{x'}$ é o momento de inércia da área padrão em torno do eixo x com origem no centroide da área.



Em qualquer situação $y' > y_c$, pois a localização do ponto de aplicação da força será sempre abaixo do centroide uma vez que as pressões são maiores nas regiões mais profundas, fazendo com que a força resultante atue mais para baixo.

Ainda dentro dos estudos das forças exercidas por um fluido sobre um corpo temos o princípio de Arquimedes que nos diz que a **força de flutuação** sobre um corpo imerso em um fluido é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo, essa força age para cima no centroide do volume deslocado. Logo, um fluido exerce uma força para cima em um corpo nele afundado, essa força denominada de flutuação (F_B) ou **força de empuxo** pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$F_B = \rho_f \cdot g \cdot V$$

Em que ρ_f é a massa específica do fluido, g a aceleração da gravidade e V o volume do corpo submerso.

A força de empuxo do fluido é igual ao peso do fluido deslocado



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito obrigado meu caro aluno ou minha cara aluna! Novamente agradeço sua paciência para me acompanhar por toda esta aula¹. Sei que a jornada é dura, mas saiba que cada vez que você chegar aqui, no final da aula, você está **um passo mais próximo do seu objetivo**.

Quaisquer dúvidas, sugestões ou críticas entrem em contato conosco. Estou disponível no fórum no Curso, por e-mail e, inclusive, pelo *instagram*. Aguardo você na próxima aula. Até lá!



SIGA MINHAS REDES SOCIAIS

 @profjulianodp

 <https://t.me/profjulianodp>

 Prof. Juliano de Pelegrin

The image is a promotional graphic for social media. It features a portrait of Prof. Juliano de Pelegrin on the left. The background is light gray with abstract brushstroke patterns. The text 'SIGA MINHAS REDES SOCIAIS' is at the top. Below it are three social media links: Instagram (@profjulianodp), Telegram (https://t.me/profjulianodp), and YouTube (Prof. Juliano de Pelegrin). There is also a 3D character holding a wrench and a gear on the right side.

¹ **Bibliografia base utilizada nesta aula:**

The McGraw-Hill Companies, Inc. Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications 2006

John Wiley & Sons, Inc. Introduction do Fluid Mechanis, 7^a. Ed, 2009



QUESTÕES COMENTADAS

1. (CEBRASPE/PETROBRAS - 2022) Julgue o item subsecutivo, em relação à mecânica dos fluidos.

As relações básicas da mecânica dos fluidos são dadas pelas leis de conservação de massa, de quantidade de movimento e de energia.

Comentário:

Para a análise de quaisquer questões que envolvam a mecânica dos fluidos torna-se necessário o estabelecimento e o **conhecimento de algumas leis básicas** que são aplicáveis a todos os fluidos que são:

- e) Conservação da Massa;
- f) A segunda lei de Newton (movimento);
- g) O princípio da quantidade de movimento angular;
- h) 1ª e 2ª lei da termodinâmica.

A afirmativa está **CORRETA**. Note que a afirmativa apenas agrupa algumas dessas leis.

- Conservação da Massa;

- Quantidade de movimento: Segunda Lei de Newton e Princípio da Quantidade de Movimento Angular

- Quantidade de energia: Primeira e Segunda Lei da Termodinâmica

2. (CEBRASPE/PETROBRAS - 2022) Julgue o item subsecutivo, em relação à mecânica dos fluidos.

Há mais chance de se encontrar escoamentos turbulentos em tubos com fluidos mais viscosos.

Comentário:

Para definir se um escoamento é laminar ou turbulento utilizamos o número de Reynolds. Reynolds até 2000 representa um regime de escoamento laminar, acima disso é considerado turbulento. Veja como é essa equação.

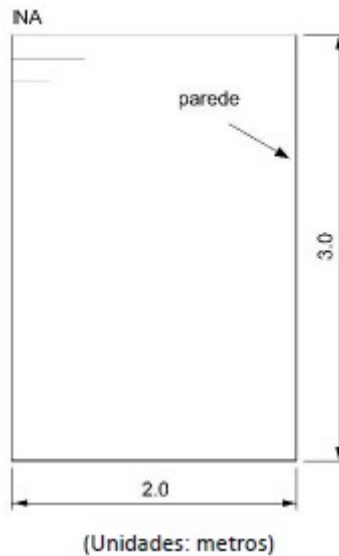
$$Re = \rho \frac{V.L}{\mu} = \frac{\text{forças inerciais}}{\text{forças viscosas}}$$

Escoamentos turbulentos são relacionados a altos valores de Reynolds, ou seja, fluidos com baixa viscosidade.

Portanto, a afirmativa está **INCORRETA**.

3. (FGV / PC AM - 2022) Um reservatório prismático possui altura de 3,0 m e base quadrada de lado 2,0 m, como ilustrado esquematicamente na figura a seguir.





Sabendo que esse reservatório está completamente preenchido de água, o empuxo sobre a parede assinalada e a distância do seu ponto de atuação em relação à base do reservatório valem, respectivamente,

- a) 9000 kgf e 1,0 m.
- b) 9000 kgf e 2,0 m.
- c) 12000 kgf e 1,0 m.
- d) 12000 kgf e 2,0 m.
- e) 15000 kgf e 1,0 m.

Comentário:

A resolução dessa questão é dada em duas partes, sendo a primeira o cálculo da força que atua na parede e a segunda o cálculo do ponto de aplicação da força.

Para calcular a força aplicada na parede basta substituir os valores na seguinte equação.

$$F_R = P_c \cdot A$$

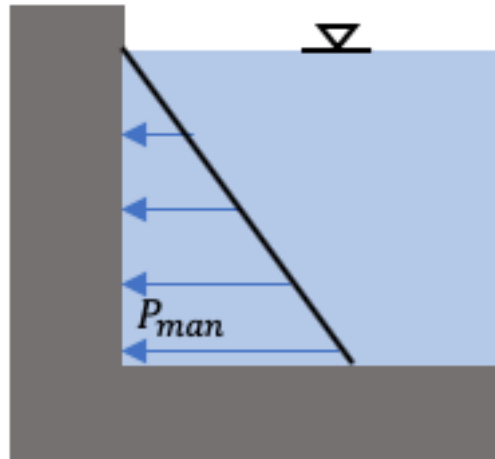
$$F_R = \rho \cdot g \cdot h_c \cdot A$$

$$F_R = 1000 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 3 \cdot 2$$

$$F_R = 90000N = 9000kgf$$

O diagrama de pressão tem a seguinte forma.





Ou seja, o carregamento é triangular. Vimos na aula de estática que podemos concentrar esse tipo de carregamento a $1/3$ do ponto final do carregamento. Vejamos então onde será o ponto de aplicação da força.

$$h_{força} = \frac{1}{3} \cdot h$$

$$h_{força} = \frac{1}{3} \cdot 3$$

$$h_{força} = 1$$

De acordo com o resultado encontrado podemos afirmar que a **alternativa A** está CORRETA e é o gabarito da questão.

4. (CESGRANRIO/ELETRONUCLEAR - 2022) Considere um escoamento plenamente desenvolvido em um tubo circular, com raio interno $R = 5 \text{ mm}$. A massa específica do fluido é 1000 kg/m^3 . A viscosidade do fluido é $0,001 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Qual é a velocidade média do fluido, em ms^{-1} , em que o número de Reynolds é igual a 2.300?

- a) 0,23
- b) 0,46
- c) 2,3
- d) 4,6
- e) 46,0

Comentário:

O número de Reynolds para escoamento em tubos é dado pela seguinte equação.



$$Re = \rho \frac{\vec{V}D}{\mu}$$

Basta rearranjar e substituir os valores para encontrarmos a velocidade média do escoamento.

$$V = \frac{Re \cdot \mu}{\rho \cdot D}$$

$$V = \frac{2300 \cdot 0,001}{1000 \cdot (2 \cdot 0,005)}$$

$$V = 0,23 \frac{m}{s}$$

Portanto, a **alternativa A** está CORRETA e é o gabarito da questão.

5. (CESGRANRIO/ELETRONUCLEAR - 2022) Considere um escoamento bifásico gás-líquido, com a vazão volumétrica do gás de $0,01 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ e a vazão volumétrica do líquido de $0,03 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. A massa específica do gás é 8 kg m^{-3} , e a massa específica do líquido é 800 kg m^{-3} .

Usando-se o modelo de homogêneo equilíbrio (HEM), a massa específica da mistura bifásica, em kg m^{-3} , é

- a) 402
- b) 404
- c) 602
- d) 604
- e) 640

Comentário:

Essa é uma questão bem simples. Para um escoamento bifásico, o modelo de homogêneo equilíbrio e nada mais que uma média ponderada, veja como é calculado.

$$\rho = \frac{\rho_1 \dot{m}_1 + \rho_2 \dot{m}_2}{\dot{m}_1 + \dot{m}_2}$$

$$\rho = \frac{8 \cdot 0,01 + 800 \cdot 0,03}{0,01 + 0,03}$$

$$\rho = \frac{24,08}{0,04}$$

$$\rho = 602 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$



A **alternativa C** está CORRETA e é o gabarito da questão.

6. (CESGRANRIO/PETROBRAS/2018) Um gás escoar em regime permanente por uma tubulação de diâmetro D quando passa por uma redução cônica e passa a escoar por uma tubulação de diâmetro $D/2$. A densidade do gás na tubulação maior é de 2 kg/m^3 , enquanto sua velocidade é de 20 m/s . Por outro lado, a velocidade do gás após a redução passa a ser de 16 m/s .

Para as condições de escoamento estabelecidas, estima-se que a densidade do gás, em kg/m^3 , na seção menor, vale

- a) 2
- b) 4
- c) 8
- d) 10
- e) 16

Comentário:

Pelo princípio de conservação da massa temos que a vazão mássica na seção maior será igual a vazão mássica na seção com diâmetro menor. Assim temos que:

$$\dot{m} = \rho \cdot V \cdot A \quad \Rightarrow \quad \dot{m}_1 = \dot{m}_2$$

$$\rho_1 \cdot V_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot V_2 \cdot A_2$$

Como sabemos a área de uma seção tubular é dada por $A = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$. Portanto, as áreas das seções com diâmetro D e $D/2$ serão:

$$A_1 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi D^2}{4} \quad \Rightarrow \quad A_2 = \pi \left(\frac{D/2}{2}\right)^2 = \pi \left(\frac{D}{4}\right)^2 = \pi \frac{D^2}{16}$$

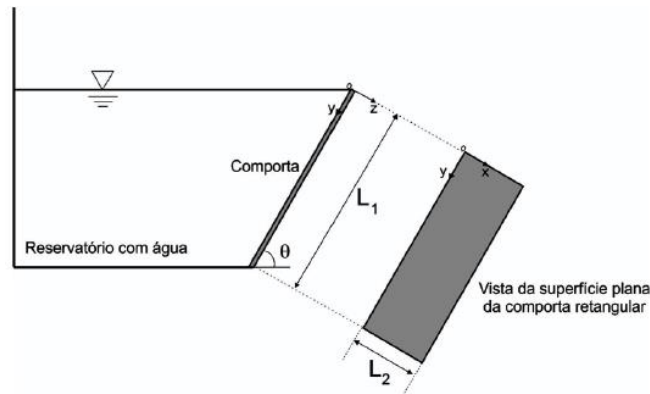
Substituindo os valores conhecidos na equação de conservação da massa temos que:

$$2 \cdot 20 \cdot \frac{\pi D^2}{4} = \rho_2 \cdot 16 \cdot \pi \frac{D^2}{16} \quad \Rightarrow \quad \rho_2 = 10 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

Logo, a **alternativa D** está CORRETA e é o gabarito da questão.

7. (CESGRANRIO/TRANSPETRO/2018) A Figura abaixo ilustra uma comporta retangular de comprimento L_1 e largura L_2 (perpendicular ao plano do papel).





A expressão do módulo da força resultante, F_R , com que a água, com peso específico γ , atua sobre a comporta, e a coordenada y do ponto de aplicação dessa força, em relação à superfície livre do fluido, y_R , são, respectivamente:

a) $F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \cdot \text{sen } \theta \right] \cdot (L_1 L_2)$ e $y_R = \frac{2}{3} L_1$

b) $F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \cdot \text{sen } \theta \right] \cdot (L_1 L_2)$ e $y_R = \frac{1}{2} L_1$

c) $F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \right] \cdot (L_1 L_2)$ e $y_R = \frac{2}{3} L_1 \cdot \text{sen } \theta$

d) $F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \right] \cdot (L_1 L_2)$ e $y_R = \frac{2}{3} L_1$

e) $F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \cdot \text{sen } \theta \right] \cdot (L_1 L_2)$ e $y_R = \frac{2}{3} L_1 \text{sen } \theta$

Comentário:

Está é uma questão um tanto complexa que nos exige o conhecimento dos conceitos de força hidrostática em superfícies submersas. A partir destes conceitos sabemos que a força resultante pode ser calculada por $F_R = P_c \cdot A$ em que P_c é a pressão manométrica atuante no centroide da área da placa retangular expressa por $P_c = \gamma \cdot h_c$.

Adotando a superfície do líquido como referência e baseado no sistema de eixos adotados pela questão temos que:

$$h_c = y_c \text{ sen } \theta$$

Como estamos tratando de um retângulo a coordenada y_c do centroide da área será:

$$y_c = \frac{L_1}{2}$$

Portanto, substituído a relação acima na equação da força resultante obtemos:

$$F_R = P_c \cdot A \Rightarrow F_R = \gamma \cdot h_c \cdot A \Rightarrow F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \cdot \text{sen}(\theta) \right] \cdot (L_1 \cdot L_2)$$



A coordenada y_R onde a força resultante atua é situada em um ponto abaixo de y_c e é calculada por:

$$y_R = y_c + \frac{I_{x'}}{A \cdot y_c}$$

O momento de inércia de uma área retangular em relação ao eixo x com origem situada no ponto centroide da área é dado por

$$I_{x'} = \frac{bh^3}{12}$$

Sabendo-se que a base (b) da comporta é L_2 e a sua altura é L_1 obtemos:

$$y_R = y_c + \frac{I_{x'}}{A \cdot y_c} = \frac{L_1}{2} + \frac{\frac{L_2 L_1^3}{12}}{(L_1 L_2) \frac{L_1}{2}} \Rightarrow y_R = \frac{L_1}{2} + \frac{L_1}{6} = \frac{2}{3} L_1$$

Portanto, a **alternativa A** está CORRETA e é o gabarito da questão.

8. (CESGRANRIO/PETROBRAS/2018) Os princípios da hidrostática ou estática dos fluidos envolvem o estudo dos fluidos em repouso e das forças sobre objetos submersos.

Nesse estudo, NÃO se constata que a(o)

- a) diferença de pressões entre dois pontos de uma massa líquida em equilíbrio estático é igual à diferença de profundidade multiplicada pelo peso específico do fluido.
- b) altura de um líquido incompressível em equilíbrio estático preenchendo diversos vasos que se comunicam independe da forma dos mesmos, obedecido o princípio dos vasos comunicantes.
- c) pressão manométrica é medida a partir da pressão absoluta e seu valor tanto pode ser negativo quanto positivo.
- d) altura metacêntrica é a medida de estabilidade da embarcação
- e) empuxo será tanto maior quanto mais denso for o fluido.

Comentário:

A **alternativa A** está CORRETA, pois a pressão varia de acordo com o aumento da profundidade, seguindo a seguinte expressão matemática $\Delta P = \rho gh = \gamma \cdot h$. Onde γ é o peso específico do fluido e h a profundidade.

A **alternativa B** está CORRETA. Pelo princípio dos vasos comunicantes temos que a pressão em pontos com a mesma altura preenchidos com o mesmo fluido é igual independentemente do formato dos vasos.



A **alternativa C** está INCORRETA e é o gabarito da questão. A pressão manométrica é medida pela diferença entre a pressão absoluta e a pressão atmosférica. A pressão manométrica pode possuir valores positivos ou negativos.

A **alternativa D** está CORRETA. A altura metacêntrica GM, é a distância entre o CG e o ponto de intersecção entre as linhas de ação da força de flutuação por meio do corpo antes e após a rotação. Se a altura metacêntrica for positiva o corpo é estável e se for negativa o corpo é instável, em outras palavras, ela mede a estabilidade da embarcação.

A **alternativa E** está CORRETA. A força de empuxo é calculada pela seguinte expressão: $F_B = \rho_f \cdot g \cdot V$, ou seja, quanto maior a densidade ρ_f do fluido maior será a força de empuxo.

9. (CESGRANRIO/PETROBRAS-2018) Em um sistema de sopro, o ar escoa em regime permanente e com baixa velocidade através de um bocal com áreas de entrada e saída iguais a 0,2 m² e 0,04 m², respectivamente.

Assumindo que a velocidade do ar na saída do bocal seja igual a 25 m/s, qual deve ser a velocidade do ar, em m/s, na entrada do bocal?

- a) 1
- b) 5
- c) 10
- d) 15
- e) 20

Comentário:

Pelo princípio de conservação da massa temos que a vazão mássica na seção de entrada será igual a vazão mássica na seção de saída com diâmetro menor. Assim temos que:

$$\dot{m} = \rho \cdot V \cdot A \quad \Rightarrow \quad \dot{m}_1 = \dot{m}_2$$

$$\rho_1 \cdot V_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot V_2 \cdot A_2$$

Substituindo os valores conhecidos na equação de conservação da massa temos que:

$$V_1 \cdot 0,2 = 0,04 \cdot 25 \Rightarrow V_1 = 5 \text{ m/s}$$

Portanto, a **alternativa B** está CORRETA e é o gabarito da questão.

10. (CESGRANRIO/PETROBRAS-2017) O tipo de escoamento que tem como característica o fato de as partículas apresentarem um movimento aleatório macroscópico, isto é, a velocidade das partículas apresenta componentes transversais ao movimento geral do conjunto do fluido, é o escoamento



- a) compressível
- b) incompressível
- c) laminar
- d) turbulento
- e) viscoso

Comentário:

As **alternativas A e B** estão incorretas. Uma maneira de classificação para escoamentos é em compressível e incompressível e isto depende do nível de variação da densidade do fluido durante o escoamento. Quando não ocorre variação da massa específica do fluido, ou seja, ela permanecer constante em todos os lugares ocorre um escoamento incompressível.

Como a densidade dos líquidos são basicamente constantes temos que os escoamentos que envolvam líquidos são incompressíveis. Os gases, por sua vez, são altamente compressíveis então podem apresentar escoamentos compressíveis.

A **alternativa C** está incorreta. Tecnicamente falando o escoamento laminar ocorre de maneira em que as partículas apresentam movimento em camadas lisas, ou lâminas.

A **alternativa D** está CORRETA e é o gabarito da questão. No escoamento turbulento ocorre uma rápida mistura entre as partículas do fluido enquanto estas se movimentam por causa das flutuações aleatórias no campo tridimensional de velocidades.

A **alternativa E** está incorreta. Temos que os escoamentos em que os efeitos causados pelo atrito possuem grau significativo são denominados escoamentos viscosos. Em contrapartida em grande parte dos escoamentos, onde busca-se uma análise simplificada, os termos viscosos são desprezados caracterizando, portanto, um escoamento não viscoso ou invíscido.

11. (CESGRANRIO/PETROBRAS-2014) Um mergulhador de 1,80 m de altura encontra-se trabalhando em alto mar, na posição horizontal, numa profundidade de 42 m.

Dados

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\mu_{\text{H}_2\text{O}} = 1040 \text{ kg/m}^3$$

$$1 \text{ Pa} \approx 9,9 \cdot 10^{-6} \text{ atm}$$

Se a pressão atmosférica na superfície do mar é de 100 kPa, a pressão, em atm, exercida sobre o corpo do mergulhador é, aproximadamente, igual a

- a) 3,5



- b) 4,1
- c) 4,5
- d) 5,2
- e) 6,3

Comentário:

Para a resolução da questão devemos somar a pressão hidrostática causada pela água com a pressão atmosférica a nível do mar que é de 1 atm.

Assim, temos que:

$$P_{total} = P_{atm} + P_h$$

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h = 1040 \cdot 9,8 \cdot 42 = 428064 \text{ Pa}$$

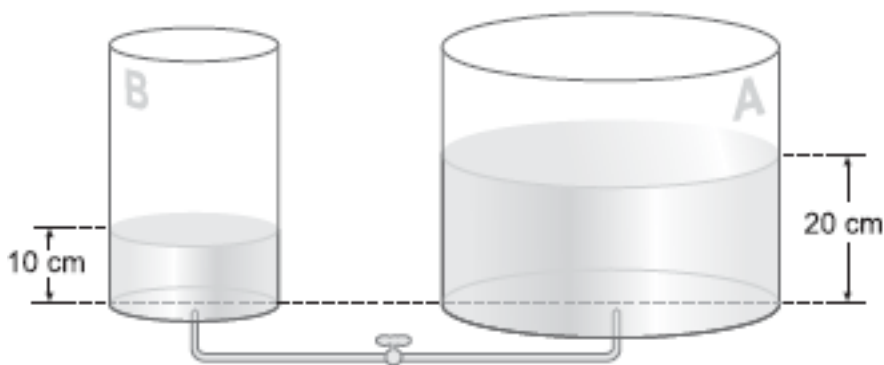
Convertendo a pressão de Pascal para atm obtemos:

$$P_h [\text{atm}] = P_h [\text{Pa}] \cdot 9,9 \cdot 10^{-6} = 428064 \cdot 9,9 \cdot 10^{-6} = 4,23$$

Por fim, soma-se um atm obtendo-se $P_{total} = 5,23$.

Logo, a **alternativa D** está CORRETA e é o gabarito da questão.

12. (CESGRANRIO/PETROBRAS-2014) Um sistema é composto por um vaso cilíndrico A, cuja área da seção reta é igual a 200 cm², comunicado a outro vaso cilíndrico B, cuja área da seção reta é 100 cm². Uma válvula, no tubo fino de comunicação que fica na base do sistema, separa os fluidos dos dois vasos. Os vasos contêm um mesmo líquido, porém, quando a válvula está fechada, a altura do líquido no vaso A é de 20 cm, enquanto no de vaso B é de 10 cm.



Após a abertura da válvula, os fluidos presentes nos dois vasos terão a mesma altura, em cm, aproximadamente igual a

- a) 12,3



- b) 14,8
- c) 15,6
- d) 16,7
- e) 18,2

Comentário:

Podemos resolver esta questão nos baseando no volume total de fluido nos dois tanques.

Sabendo-se que o volume de um cilindro é dado pela área da base multiplicada pela altura de fluido temos que:

$$V_1 = A_1 \cdot h_1 = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ cm}^3 \quad e \quad V_2 = A_2 \cdot h_2 = 200 \cdot 20 = 4000 \text{ cm}^3$$

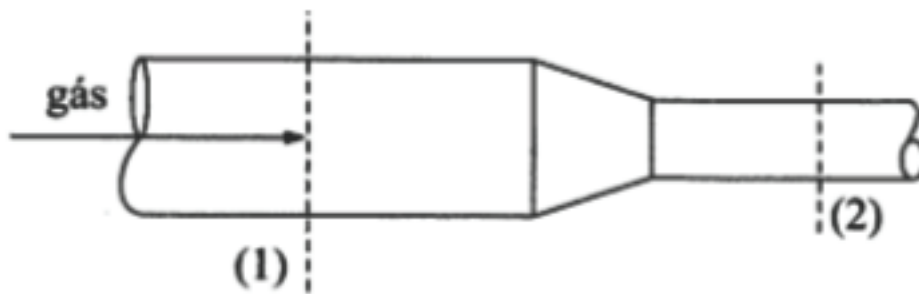
$$V_T = V_1 + V_2 = 1000 + 4000 = 5000 \text{ cm}^3$$

Quando a válvula for aberta, ele irá se estabilizar em uma altura idêntica nos dois reservatório desta forma, a seguinte equação pode ser utilizada:

$$V_T = A_1 \cdot h + A_2 \cdot h = 5000 = 100 \cdot h + 200 \cdot h \Rightarrow h = 16,7 \text{ cm}$$

Logo, a **alternativa D** está CORRETA e é o gabarito da questão.

13. (IBFC/PCie PR-2017))Conforme figura a seguir um gás escoa em regime permanente no trecho de tubulação. Na seção (1), tem-se área $A_1 = 40 \text{ cm}^2$, Massa específica $\rho_1 = 8 \text{ kg / m}^3$ e velocidade $v_1 = 60 \text{ m/s}$. Na seção (2), área $A_2 = 20 \text{ cm}^2$ e Massa específica $\rho_2 = 24 \text{ kg/m}^3$. Assinale a alternativa correta que indica a velocidade na seção (2):



- a) $V^2 = 10 \text{ m/s}$
- b) $V^2 = 20 \text{ m/s}$
- c) $V^2 = 30 \text{ m/s}$
- d) $V^2 = 40 \text{ m/s}$



e) $V^2 = 50 \text{ m/s}$

Comentário:

Pelo princípio de conservação da massa temos que a vazão mássica na seção maior será igual a vazão mássica na seção com diâmetro menor. Assim temos que:

$$\dot{m} = \rho \cdot V \cdot A \quad \Rightarrow \quad \dot{m}_1 = \dot{m}_2$$

$$\rho_1 \cdot V_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot V_2 \cdot A_2$$

Substituindo os valores dados no enunciado da questão temos que:

$$8 \cdot 60 \cdot 40 = 24 \cdot 20 \cdot V_2$$

$$V_2 = 40 \text{ m/s}$$

Portanto, a **alternativa D** está CORRETA e é o gabarito da questão.

14. (CEBRASPE/CODEVASF-2021) Com relação a mecânica dos fluidos, julgue o item a seguir.

Considere uma prensa hidráulica em equilíbrio hidrostático, consistindo em um êmbolo 1, de área A_1 e força aplicada F_1 , e, do outro lado, um êmbolo 2, de área A_2 e força aplicada F_2 . Nesse caso, se A_1 for menor que A_2 , a força F_1 será menor que a força F_2 .

Comentário:

O **item** está correto. Pelo princípio de Pascal as seguintes relações podem ser estabelecidas:

$$P_1 = P_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} \quad \Rightarrow \quad F_2 = F_1 \frac{A_2}{A_1}$$

Nesse caso, como A_1 é menor que A_2 , a razão entre essas medidas será maior que 1 e consequentemente F_2 será maior que F_1 .

15. (CEBRASPE/CODEVASF-2021) Com relação a mecânica dos fluidos, julgue o item a seguir.

Se um vaso comunicante em forma de U aberto em pressão atmosférica for preenchido por água e óleo (confinado somente em um lado do vaso), a altura de nível do lado do óleo será menor que da água.

Comentário:

O **item** está incorreto. Vamos fazer uma comparação entre ambos os líquidos utilizando uma equação muito conhecida.

$$P = \rho gh \quad \Rightarrow \quad h = \frac{P}{\rho g}$$



Sabemos que, como os líquidos estão em contato, a pressão em pontos de mesma altura em ambos os líquidos apresenta o mesmo valor. Sendo assim podemos utilizar a equação apresentada acima em ambos os líquidos no ponto de encontro deles. A pressão é a mesma para ambos, assim como a aceleração da gravidade, desta forma podemos reescrever a equação da seguinte forma.

$$h = \frac{1}{\rho}$$

A altura do fluido é inversamente proporcional a sua densidade. Isso significa que conforme a densidade do fluido é reduzida, é necessário maior altura da coluna de fluido para manter a pressão constante. Sabendo que o óleo apresenta menor densidade que a água, podemos afirmar que a coluna de óleo é mais alta que a de água, pois ambos apresentam a mesma pressão hidrostática.

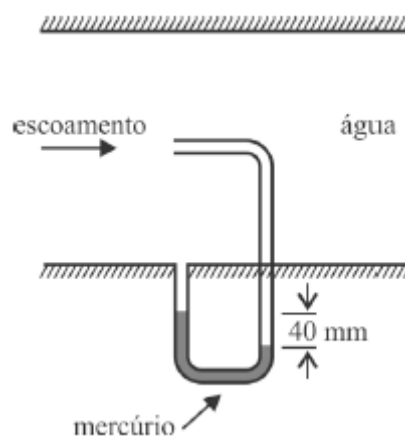
16. (CEBRASPE/CODEVASF-2021) Com relação a mecânica dos fluidos, julgue o item a seguir.

Na mecânica dos fluidos, no escoamento turbulento, as partículas do fluido tendem a percorrer trajetórias paralelas em diferentes velocidades.

Comentário:

O **item** está incorreto. O escoamento turbulento é caracterizado pelas irregularidades ou flutuações no fluxo, isto é, em um escoamento turbulento há aleatoriedade na velocidade das partículas, na pressão e na temperatura a cada ponto. As partículas em um escoamento turbulento apresentam mudanças de direção, não apresentando uma trajetória definida.

17. (CEBRASPE/SLU DF-2019)



No interior de uma tubulação, instalou-se um medidor, semelhante a um tubo de Pitot, com tomada para pressão de estagnação posicionada de forma alinhada à direção do escoamento, exatamente no centro do tubo de seção circular. A tomada da pressão estática foi posicionada na parede do tubo, na mesma seção transversal em que se posicionou a tomada de pressão de estagnação. A figura precedente mostra o esquema da montagem, em que se utilizou um manômetro de mercúrio para a medição da diferença entre a pressão de estagnação e a pressão estática.

Considerando que a densidade da água seja $\rho_{H_2O} = 1.000 \text{ kg/m}^3$, do mercúrio, $\rho_{Hg} = 13.600 \text{ kg/m}^3$, que a viscosidade cinemática da água seja $\nu_{H_2O} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ e que a aceleração gravitacional seja igual a 10 m/s^2 , julgue o item que se segue, a respeito da situação apresentada e de outros aspectos ligados a escoamento de fluidos.

Admitindo-se que, na situação apresentada, a velocidade de escoamento da água dentro do tubo cilíndrico, medida por meio de um tubo de Pitot localizado no centro do tubo, seja de 2 m/s , então, se o tubo tiver 1 m de diâmetro, o escoamento será considerado laminar.

Comentário:

O **item** está incorreto. Para encontrar o regime de escoamento do fluido devemos calcular o número de Reynolds. Lembre-se de converter a viscosidade cinemática para viscosidade dinâmica. A viscosidade cinemática é a viscosidade dinâmica dividida pela densidade do fluido. Logo,

$$Re = \rho \frac{\vec{V}D}{\rho\mu} = 1000 \cdot \frac{2 \cdot 1}{1000 \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10^6$$

$Re \leq 2300$	Escoamento Laminar
$2300 \leq Re \leq 4000$	Escoamento de Transição
$Re \geq 4000$	Escoamento Turbulento

O escoamento é turbulento.

18. (CEBRASPE/EMAP-2018) Acerca do efeito das forças em fluidos, julgue o item que se segue.

Considere que dois diferentes líquidos de densidades ρ_1 e ρ_2 sejam colocados em dois recipientes cúbicos idênticos e que as forças hidrostáticas nas faces verticais dos recipientes sejam respectivamente iguais a F_1 e F_2 .

Nessa situação, se $\rho_1 > \rho_2$, é correto afirmar que $F_1 > F_2$.

Comentário:

O **item** está correto.

$$F = P \cdot A \Rightarrow F = \left(\rho \cdot g \cdot \frac{h}{2}\right) \cdot A$$

Para os dois casos os valores de gravidade (g), altura (h) e área (A) são iguais. Sendo assim, apenas a densidade do fluido fará diferença na força exercida na parede. Portanto quanto maior for a densidade do fluido, maior será a força na parede do recipiente.

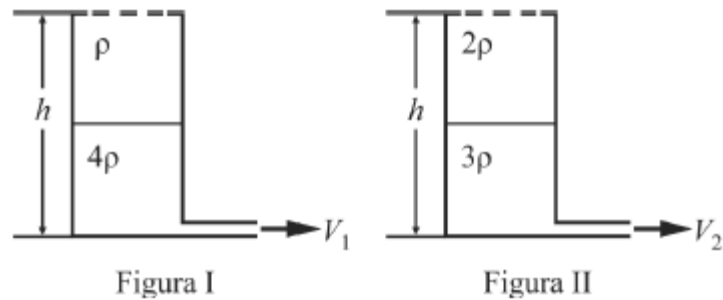
19. (CEBRASPE/EMAP-2018) Acerca do efeito das forças em fluidos, julgue o item que se segue.

Situação hipotética: A figura I mostra um tanque de altura h , que contém, na sua metade inferior, um líquido de densidade 4ρ e, na metade superior, um líquido de densidade ρ . Na figura II, outro tanque idêntico



e com a mesma altura h apresenta, na metade inferior, um líquido de densidade 3ρ ; e, na metade superior, um líquido com densidade 2ρ .

Assertiva: Considerando-se que, na base de ambos os tanques, as aberturas sejam idênticas e que os diâmetros das aberturas sejam desprezíveis, quando comparados à altura da coluna de líquido, é correto afirmar que as velocidades instantâneas de descarga V_1 e V_2 são iguais.



Comentário:

O **item** está correto. Como as aberturas de saída são idênticas, o fator que determinará a velocidade de descarga do fluido é a pressão, por isso vamos encontrar qual é a pressão em cada tanque na altura do tubo de saída.

Tanque 1:

$$P_1 = \rho gh$$

$$P_1 = P_{L1} + P_{L2} \Rightarrow P_1 = \rho g \frac{h}{2} + 4\rho g \frac{h}{2}$$

$$P_1 = \frac{5}{2} \rho gh$$

Tanque 2:

$$P_2 = \rho gh$$

$$P_2 = P_{L1} + P_{L2} \Rightarrow P_2 = 2\rho g \frac{h}{2} + 3\rho g \frac{h}{2}$$

$$P_2 = \frac{5}{2} \rho gh$$

Como as pressões são iguais em ambos os tanques, podemos afirmar que a velocidade de descarga do fluido vai ser igual para ambos.

20. (CEBRASPE/EMAP-2018) Acerca do efeito das forças em fluidos, julgue o item que se segue.



Considere que dois dutos de diâmetros d_1 e d_2 convirjam para formar um duto de diâmetro d . Se o escoamento nos dois dutos se dá a velocidades v_1 e v_2 , é correto afirmar que a velocidade v no terceiro duto será expressa pela relação: $v = \frac{d_1 v_1 + d_2 v_2}{d}$

Comentário:

O **item** está incorreto. Vamos começar analisando as vazões e a partir delas vamos determinar as velocidades.

$$Q = v \cdot A$$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

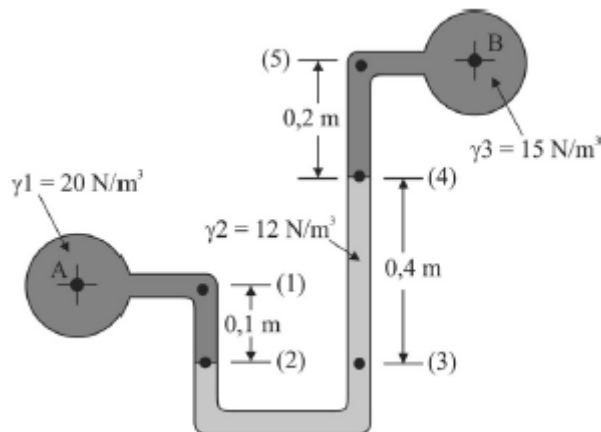
$$v \cdot A = v_1 \cdot A_1 + v_2 \cdot A_2$$

$$v \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot d^2\right) = v_1 \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot d_1^2\right) + v_2 \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot d_2^2\right)$$

$$v \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = (v_1 \cdot d_1^2 + v_2 \cdot d_2^2) \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$v = \frac{v_1 \cdot d_1^2 + v_2 \cdot d_2^2}{d^2}$$

21. (CEBRASPE/IFF-2018)



Considerando-se os dados apresentados nessa figura, em que γ é o peso específico, é correto afirmar que a diferença de pressão entre A e B, em Pa, é igual a

- a) 5,8.
- b) 6,4.
- c) 7,8.
- d) 10,4.



e) 12,6.

Comentário:

A **alternativa A** está correta e é o gabarito da questão. Para realizar a verificação da diferença de pressão entre os pontos A e B, vamos partir do ponto B.

$$P_B + 0,2 \cdot 15 \frac{N}{m^3} + 0,4 \cdot 12 \frac{N}{m^3} - 0,1 \cdot 20 \frac{N}{m^3} = P_A$$

$$P_A - P_B = 3 + 4,8 - 2 = 5,8$$

22. (CEBRASPE/FUB-2015) Em relação aos fenômenos de transporte, que tratam da quantidade de movimento de fluidos em tubulações, julgue o item seguinte.

Fluidos newtonianos, os mais e os menos viscosos, são caracterizados por apresentarem viscosidade variante com o tempo e com a força aplicada.

Comentário:

O **item** está incorreto. Fluidos newtonianos não variam sua viscosidade com o tempo ou taxas de cisalhamento. Os fluidos que apresentam variação de viscosidade com o tempo são os **não-newtonianos** e essa característica é chamada tixotropia.

23. (CEBRASPE/SUFRAMA-2014) Com relação à mecânica dos fluidos, julgue o item que se segue.

Suponha que uma força de 100 N empurra para baixo um dos êmbolos de um macaco hidráulico com área igual a $10m^2$ e, com isso, pressiona um líquido incompressível confinado que transmite o estímulo para o outro êmbolo do sistema. Se o segundo êmbolo tiver uma área dez vezes menor que a do primeiro, então a força aplicada no primeiro êmbolo será capaz de sustentar um peso de até 10 N no segundo êmbolo.

Comentário:

O **item** está correto. Sabemos pelo princípio de pascal que:

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

$$F_2 = 100 \cdot \frac{1}{10} = 10N$$

24. (CEBRASPE/PF-2014) No que se refere a conceitos e princípios da hidrostática, julgue o item a seguir.

Considere que duas placas estejam separadas por uma camada de 5 mm de óleo com densidade relativa 0,80 e viscosidade cinemática $1,25 \times 10^{-4} m^2/s$. Nesse caso, se uma placa está estacionária e a outra se move a uma velocidade de 4 m/s, então a tensão cisalhante média no óleo é igual a 80 Pa.



Comentário:

O **item** está correto.

$$\tau = \mu \frac{du}{dx} = \mu \frac{\Delta u}{\Delta x} = \delta \cdot 1000 \cdot v \frac{\Delta u}{\Delta x}$$

$$\tau = 0,80 \cdot 1000 \cdot (1,25 \cdot 10^{-4}) \cdot \frac{4}{0,005} = 80 \text{ Pa}$$

25. (CEBRASPE/PF-2014) No que se refere a conceitos e princípios da hidrostática, julgue o item a seguir.

Considere que, em um dia em que a leitura barométrica seja 750 mmHg, o manômetro de um compressor de ar indique que a pressão no reservatório (fechado) é de 828 kPa. Nessa situação, considerando a densidade relativa $P_{Hg} = 13,6$ e assumindo a aceleração da gravidade 10 m/s^2 , a pressão absoluta do tanque será inferior a 900 kPa.

Comentário:

O **item** está incorreto. Vamos calcular primeiramente a pressão atmosférica em kPa.

$$P = \rho gh = 13,6 \cdot 10 \cdot 0,75 = 102 \text{ kPa}$$

A questão nos pede o valor de pressão absoluta que é dado pela pressão manométrica somado ao valor de pressão atmosférica.

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{man}$$

$$P_{abs} = 102 \text{ kPa} + 828 \text{ kPa} = 930 \text{ kPa}$$

26. (CEBRASPE/TJ CE-2014) Considere que um tubo de 3,2 m de diâmetro, em que fluem $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ de água, se divida em outros dois tubos, cada um com 1,0 m e 2,0 m de diâmetro. Nessa hipótese, assumindo-se que 3,14 seja valor aproximado para π e que a velocidade da água no tubo de 1,0 m seja igual a 100,0 m/s, a velocidade da água no tubo de 2,0 m de diâmetro será

- a) inferior a 295 m/s.
- b) inferior a 200 m/s.
- c) superior a 380 m/s.
- d) superior a 400 m/s.
- e) inferior a 121 m/s.

Comentário:



A **alternativa A** está correta e é o gabarito da questão.

$$Q = v \cdot A$$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

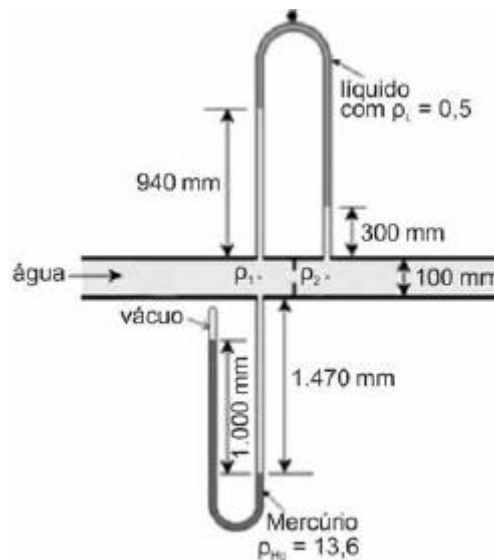
$$1000 = v_1 \cdot A_1 + v_2 \cdot A_2$$

$$1000 = v_1 \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot d_1^2\right) + v_2 \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot d_2^2\right)$$

$$1000 = 100 \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot 1^2\right) + v_2 \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot 2^2\right)$$

$$v_2 = \frac{1000 - 25\pi}{\pi} = 293 \frac{m}{s}$$

27. (CEBRASPE-2013)



A figura acima mostra o esquema para medição da vazão em uma instalação de bombeamento d'água com placa de orifício. Um manômetro de tubo em U com mercúrio ($\rho_{Hg} = 13,6$) está conectado à parte inferior da tubulação. Outro manômetro de tubo em U invertido, com líquido de densidade relativa $\rho_L = 0,5$, está montado em um ponto diretamente acima do primeiro manômetro. Com base nessas informações e na figura acima, julgue o item seguinte.

A diferença de pressão $p_1 - p_2$ é maior que 1 m de coluna d'água.

Comentário:

A banca considerou o **item** como correto. O possível entendimento seria o seguinte:

$$P_{Hg} = \rho \cdot g \cdot h = 13,6 \cdot 10 \cdot 1 = 136 \text{ kPa}$$



$$P_L = \rho \cdot g \cdot h = 0,5 \cdot 10 \cdot (0,940 - 0,300) = 3,2 \text{ kPa}$$

$$P_{Hg} - P_L = 136 - 3,2 = 132,8 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{agua}} = \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow 132,8 = 1 \cdot 10 \cdot h \Rightarrow h = 13,28 \text{ m}$$

Contudo, a diferença de pressão P_1 e P_2 é dada por $P_L = \rho \cdot g \cdot h = 3,2 \text{ kPa}$, uma vez que o tubo está conectado antes e depois da restrição. Caberia recurso na questão.

28. (INCAB/ PC AC-2015) Nas análises dos escoamentos compressíveis o Número de Mach M desempenha um papel importante. Um escoamento com Número de Mach menor que a unidade ($M < 1$) é classificado como:

- a) hipersônico.
- b) subsônico.
- c) supersônico.
- d) sônico.
- e) transônico.

Comentário:

Geralmente em casos em que ocorre a análise de escoamentos de gases a altas velocidades expressamos a velocidade do gás em número de Mach (Ma), adimensional, que é definido pela razão entre a velocidade do escoamento (V) e a velocidade do som (c) que possui o valor de 346 m/s no ar à temperatura ambiente em nível do mar.

O escoamento será chamado de sônico para $Ma = 1$, subsônico para $Ma < 1$, supersônico para $Ma > 1$ e hipersônico para $Ma \gg 1$.

Logo, a **alternativa B** está CORRETA e é o gabarito da questão.

29. (IBFC/PC RJ-2013) No interior de uma tubulação ocorre o escoamento em regime permanente de um líquido. Na seção transversal de diâmetro interno de 0,48m a velocidade de escoamento é de 0,7m/s. Calculando-se o diâmetro interno, em mm, na seção transversal cuja velocidade de escoamento é de 378m/min encontra-se o valor de:

- a) 160.
- b) 180.
- c) 210.



d) 240.

e) 250.

Comentário:

Para a resolução desta questão devemos calcular a vazão mássica primeiramente na seção transversal da tubulação com diâmetro interno de 0,48 m. Vejamos:

Pelo princípio de conservação da massa temos

$$\dot{Q} = V \cdot A \quad \Rightarrow \quad \dot{Q}_1 = \dot{Q}_2$$

$$V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2$$

$$\dot{Q}_1 = \frac{\pi \cdot 0,48^2}{4} \cdot 0,7 = 0,04032\pi \frac{m^3}{s}$$

$$\dot{Q}_2 = 0,04032\pi = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 378 \left[\frac{m}{min} \right] \cdot \left[\frac{min}{60s} \right] \Rightarrow D = 0,16 m = 160 mm$$

Logo, a **alternativa A** está CORRETA e é o gabarito da questão.

30. (VUNESP/UFABC/2019) Existe uma ampla variedade de instrumentos para medição de pressão. Em sistemas de condicionamento de ar, exaustão, ventilação etc., os valores de pressão são geralmente reduzidos e a interpretação correta, assim como as conversões, das unidades de pressão são bastante importantes.

Dados: Peso específico da Água = 10000 N/m³ e do Mercúrio = 136000 N/m³.

Se um desses instrumentos indicar uma pressão de 20,4 milímetros de coluna de água, é correto afirmar que tal valor equivale a, em mmHg e em Pa, respectivamente,

a) 0,0015 e 204.

b) 1,5 e 204000.

c) 1,5 e 0,204.

d) 0,0015 e 204000.

e) 1,5 e 204.

Comentário:

Esta é uma questão simples onde através da expressão da pressão hidrostática podemos realizar a conversão da pressão em mmH₂O para mmHg e em Pascal.



Primeiramente devemos calcular a pressão em Pascal através dos valores do peso específico da água ($\gamma_{\text{água}} = \rho g = 10000 \frac{N}{m^3}$).

$$P = 10000 \cdot 0,00204 = 204 [Pa]$$

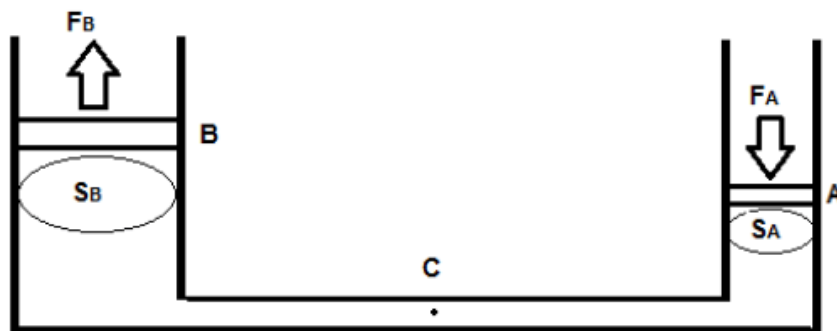
Note que devemos realizar a conversão de unidades para metros. Assim já obtivemos a pressão no ponto em Pascal. Como a pressão é a mesma podemos calcular a pressão em mmHg pela mesma expressão em que:

$$204 [Pa] = 136000 \cdot h [mHg] \Rightarrow h = 0,0015 [mHg]$$

Muito cuidado nesta hora! Note que a o resultado obtido está em metros enquanto o enunciado da questão nos pede o valor em mmHg. Inclusive a alternativa A trás essa indicação levando a acreditar que ela está correta. Contudo, após a conversão de unidade teremos que a pressão em mmHg é igual a 1,5.

Logo, a **alternativa E** está CORRETA e é o gabarito da questão.

31. (NC UFPR/ITAIPU/2019) Considere o desenho a seguir, apresentado na condição de equilíbrio de forças, sendo SA e SB as áreas respectivas do pistão A e do pistão B:



Com base no princípio de Pascal e no desenho acima, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

- () A força aplicada em A gera uma pressão $PA=FA/SA$
- () $PA=PB=PC$.
- () A força FB é menor que a força FA .
- () Se o pistão A deslocar-se x cm, o pistão B deslocar-se-á $x \cdot (SA/SB)$ cm.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

- a) F – V – F – V.
- b) F – F – V – V.
- c) V – V – F – V.



d) V – V – F – F.

e) F – F – V – F.

Comentário:

Vamos analisar cada um dos itens.

O item I é verdadeiro, pois sabemos que a pressão é calculada pela razão entre a força e a área.

O item II é verdadeiro. O princípio de Pascal nos diz que ao aplicarmos uma pressão em um fluido estático confinado a pressão deste fluido em todos os outros pontos irá variar proporcionalmente igual. Portanto, $P_A = P_B = P_C$.

O item III é falso uma vez que a área em SB é maior do SA para satisfazermos a relação $P_A = P_B$ devemos possuir uma força SB maior do que SA.

O item IV é verdadeiro. Através da análise da variação de volume em A e em B temos a seguinte relação:

$$\Delta V_A = \Delta V_B \Rightarrow x \cdot SA = x' \cdot SB \Rightarrow x' = x \left(\frac{SA}{SB} \right).$$

Logo, a **alternativa C** está CORRETA e é o gabarito da questão.

32. (CEV UECE/Pref. Sobral/2018) Um tanque de formato cúbico de aresta "L" está totalmente preenchido com um líquido de massa específica "ρ". O tanque é aberto em sua face superior e exposto à pressão atmosférica. Adotando a variável "g" para a gravidade, o valor da força total resultante "FR" atuando nas paredes laterais do tanque é definida pela equação:

a) $F_R = \frac{\rho g L^2}{3}$

b) $F_R = \frac{\rho L^3}{2g}$

c) $F_R = \frac{\rho g L^3}{2}$

d) $F_R = \frac{\rho L^2}{3g}$

Comentário:

Como sabemos a força resultante na parede de um corpo submerso pode ser calculada por

$$F_R = P_c \cdot A$$



Onde P_c é a pressão crítica no centroide da parede e A a área da superfície. Como $P_c = \rho g h_c$, em que h_c é a distância da superfície até o ponto centroide da superfície em análise temos que:

$$F_R = \rho \cdot g \cdot h_c \cdot A$$

Como estamos falando de um tanque com formato cúbico com arestas L as superfícies das paredes laterais possuíram uma área igual a L^2 e $h_c = L/2$. Assim temos que:

$$F_R = \rho \cdot g \cdot h_c \cdot A = \rho \cdot g \cdot \frac{L}{2} \cdot L^2 \Rightarrow F_R = \frac{\rho g \cdot L^3}{2}$$

Logo, a **alternativa C** está CORRETA e é o gabarito da questão.

33. (FGV/ALERO/2018) Uma tora de madeira de seção retangular de lados 50 cm e 40 cm e comprimento de 4 metros flutua na superfície d'água.

Sabendo-se que o peso específico da água é de 1kg/dm^3 , a densidade da madeira é de $0,60\text{ kg/dm}^3$, e que sobre a tora de madeira equilibra-se um corpo de massa 100kg , o percentual de volume da tora de madeira que estará submerso é de

- a) 37,5%.
- b) 45,0%.
- c) 57,5%.
- d) 60,0 %.
- e) 72,5%.

Comentário:

A partir da equação de empuxo podemos determinar o volume deslocado de água necessário para que a tora + peso não afunde. A imagem abaixo mostra a representação esquemática do que é dito no enunciado:



A força de empuxo para que haja flutuação deve ser igual a soma dos pesos da tora e da massa sobre ela. Assim temos que:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_{empuxo} - P_{massa} - P_{tora} = 0$$

O peso da massa é dado por:



$$P_{massa} = m \cdot g = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ N}$$

O peso da tora é dado por seu volume total multiplicado pela sua densidade e a aceleração da gravidade:

$$P_{tora} = V_{tora} \cdot \rho_{tora} \cdot g \Rightarrow 0,4 \cdot 0,5 \cdot 4 \cdot 600 \cdot 10 = 4800 \text{ N}$$

A força do empuxo, em que V é o volume de água deslocado, ou seja, o volume submerso da tora, é calculada por:

$$F_{empuxo} = \rho_{\text{água}} \cdot g \cdot V$$

$$4800 + 1000 = 1000 \cdot 10 \cdot V \Rightarrow V = 0,58 \text{ m}^3$$

Como a questão nos pede o percentual submerso devemos dividir o volume submerso pelo volume total da tora assim temos que:

$$\%V_{sub} = \frac{0,58}{0,8} \cdot 100 = 72,5\%$$

Logo, a **alternativa E** está CORRETA e é o gabarito da questão.



LISTA DE QUESTÕES

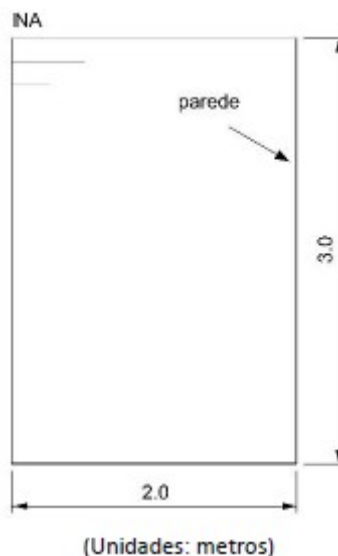
1. (CEBRASPE/PETROBRAS - 2022) Julgue o item subsecutivo, em relação à mecânica dos fluidos.

As relações básicas da mecânica dos fluidos são dadas pelas leis de conservação de massa, de quantidade de movimento e de energia.

2. (CEBRASPE/PETROBRAS - 2022) Julgue o item subsecutivo, em relação à mecânica dos fluidos.

Há mais chance de se encontrar escoamentos turbulentos em tubos com fluidos mais viscosos.

3. (FGV / PC AM - 2022) Um reservatório prismático possui altura de 3,0 m e base quadrada de lado 2,0 m, como ilustrado esquematicamente na figura a seguir.



Sabendo que esse reservatório está completamente preenchido de água, o empuxo sobre a parede assinalada e a distância do seu ponto de atuação em relação à base do reservatório valem, respectivamente,

- a) 9000 kgf e 1,0 m.
- b) 9000 kgf e 2,0 m.
- c) 12000 kgf e 1,0 m.
- d) 12000 kgf e 2,0 m.
- e) 15000 kgf e 1,0 m.



4. (CESGRANRIO/ELETRONUCLEAR - 2022) Considere um escoamento plenamente desenvolvido em um tubo circular, com raio interno $R = 5 \text{ mm}$. A massa específica do fluido é 1000 kg/m^3 . A viscosidade do fluido é $0,001 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Qual é a velocidade média do fluido, em ms^{-1} , em que o número de Reynolds é igual a 2.300?

- a) 0,23
- b) 0,46
- c) 2,3
- d) 4,6
- e) 46,0

5. (CESGRANRIO/ELETRONUCLEAR - 2022) Considere um escoamento bifásico gás-líquido, com a vazão volumétrica do gás de $0,01 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ e a vazão volumétrica do líquido de $0,03 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. A massa específica do gás é 8 kg m^{-3} , e a massa específica do líquido é 800 kg m^{-3} .

Usando-se o modelo de homogêneo equilíbrio (HEM), a massa específica da mistura bifásica, em kg m^{-3} , é

- a) 402
- b) 404
- c) 602
- d) 604
- e) 640

6. (CESGRANRIO/PETROBRAS/2018) Um gás escoar em regime permanente por uma tubulação de diâmetro D quando passa por uma redução cônica e passa a escoar por uma tubulação de diâmetro $D/2$. A densidade do gás na tubulação maior é de 2 kg/m^3 , enquanto sua velocidade é de 20 m/s . Por outro lado, a velocidade do gás após a redução passa a ser de 16 m/s .

Para as condições de escoamento estabelecidas, estima-se que a densidade do gás, em kg/m^3 , na seção menor, vale

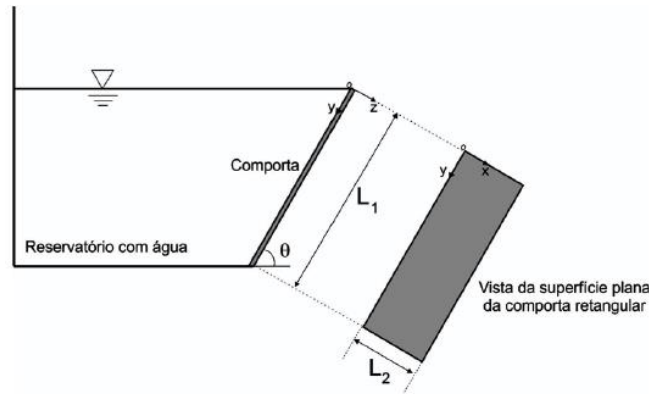
- a) 2
- b) 4
- c) 8



d) 10

e) 16

7. (CESGRANRIO/TRANSPETRO/2018) A Figura abaixo ilustra uma comporta retangular de comprimento L_1 e largura L_2 (perpendicular ao plano do papel).



A expressão do módulo da força resultante, F_R , com que a água, com peso específico γ , atua sobre a comporta, e a coordenada y do ponto de aplicação dessa força, em relação à superfície livre do fluido, y_R , são, respectivamente:

a) $F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \cdot \text{sen } \theta \right] \cdot (L_1 L_2)$ e $y_R = \frac{2}{3} L_1$

b) $F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \cdot \text{sen } \theta \right] \cdot (L_1 L_2)$ e $y_R = \frac{1}{2} L_1$

c) $F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \right] \cdot (L_1 L_2)$ e $y_R = \frac{2}{3} L_1 \cdot \text{sen } \theta$

d) $F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \right] \cdot (L_1 L_2)$ e $y_R = \frac{2}{3} L_1$

e) $F_R = \gamma \left[\frac{L_1}{2} \cdot \text{sen } \theta \right] \cdot (L_1 L_2)$ e $y_R = \frac{2}{3} L_1 \text{sen } \theta$

8. (CESGRANRIO/PETROBRAS/2018) Os princípios da hidrostática ou estática dos fluidos envolvem o estudo dos fluidos em repouso e das forças sobre objetos submersos.

Nesse estudo, NÃO se constata que a(o)

a) diferença de pressões entre dois pontos de uma massa líquida em equilíbrio estático é igual à diferença de profundidade multiplicada pelo peso específico do fluido.

b) altura de um líquido incompressível em equilíbrio estático preenchendo diversos vasos que se comunicam independe da forma dos mesmos, obedecido o princípio dos vasos comunicantes.

c) pressão manométrica é medida a partir da pressão absoluta e seu valor tanto pode ser negativo quanto positivo.



- d) altura metacêntrica é a medida de estabilidade da embarcação
- e) empuxo será tanto maior quanto mais denso for o fluido.

9. (CESGRANRIO/PETROBRAS-2018) Em um sistema de sopro, o ar escoa em regime permanente e com baixa velocidade através de um bocal com áreas de entrada e saída iguais a $0,2 \text{ m}^2$ e $0,04 \text{ m}^2$, respectivamente.

Assumindo que a velocidade do ar na saída do bocal seja igual a 25 m/s , qual deve ser a velocidade do ar, em m/s , na entrada do bocal?

- a) 1
- b) 5
- c) 10
- d) 15
- e) 20

10. (CESGRANRIO/PETROBRAS-2017) O tipo de escoamento que tem como característica o fato de as partículas apresentarem um movimento aleatório macroscópico, isto é, a velocidade das partículas apresenta componentes transversais ao movimento geral do conjunto do fluido, é o escoamento

- a) compressível
- b) incompressível
- c) laminar
- d) turbulento
- e) viscoso

11. (CESGRANRIO/PETROBRAS-2014) Um mergulhador de $1,80 \text{ m}$ de altura encontra-se trabalhando em alto mar, na posição horizontal, numa profundidade de 42 m .

Dados

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\mu_{\text{H}_2\text{O}} = 1040 \text{ kg/m}^3$$

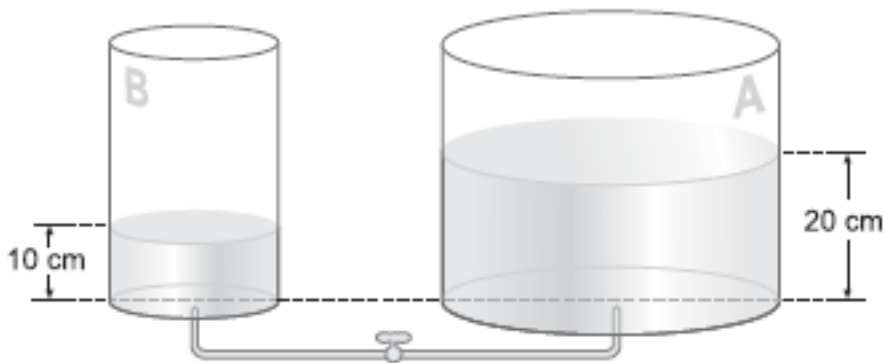
$$1 \text{ Pa} \approx 9,9 \cdot 10^{-6} \text{ atm}$$



Se a pressão atmosférica na superfície do mar é de 100 kPa, a pressão, em atm, exercida sobre o corpo do mergulhador é, aproximadamente, igual a

- a) 3,5
- b) 4,1
- c) 4,5
- d) 5,2
- e) 6,3

12. (CESGRANRIO/PETROBRAS-2014) Um sistema é composto por um vaso cilíndrico A, cuja área da seção reta é igual a 200 cm², comunicado a outro vaso cilíndrico B, cuja área da seção reta é 100 cm². Uma válvula, no tubo fino de comunicação que fica na base do sistema, separa os fluidos dos dois vasos. Os vasos contêm um mesmo líquido, porém, quando a válvula está fechada, a altura do líquido no vaso A é de 20 cm, enquanto no de vaso B é de 10 cm.



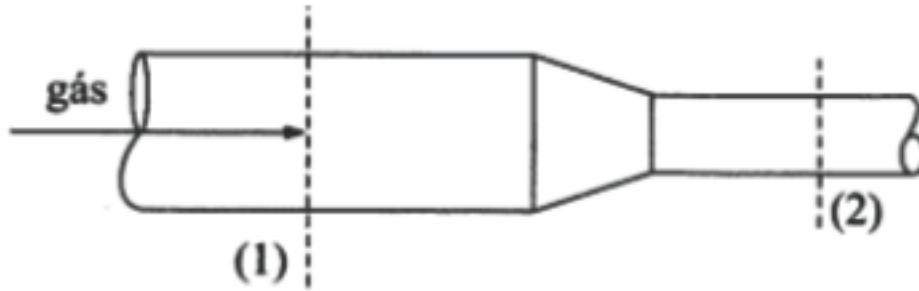
Após a abertura da válvula, os fluidos presentes nos dois vasos terão a mesma altura, em cm, aproximadamente igual a

- a) 12,3
- b) 14,8
- c) 15,6
- d) 16,7
- e) 18,2

13. (IBFC/PCie PR-2017) Conforme figura a seguir um gás escoa em regime permanente no trecho de tubulação. Na seção (1), tem-se área $A_1 = 40 \text{ cm}^2$, Massa específica $\rho_1 = 8 \text{ kg / m}^3$ e velocidade $v_1 = 60$



m/s. Na seção (2), área $A_2 = 20 \text{ cm}^2$ e Massa específica $\rho = 24 \text{ kg/m}^3$. Assinale a alternativa correta que indica a velocidade na seção (2):



- a) $V^2 = 10 \text{ m/s}$
- b) $V^2 = 20 \text{ m/s}$
- c) $V^2 = 30 \text{ m/s}$
- d) $V^2 = 40 \text{ m/s}$
- e) $V^2 = 50 \text{ m/s}$

14. (CEBRASPE/CODEVASF-2021) Com relação a mecânica dos fluidos, julgue o item a seguir.

Considere uma prensa hidráulica em equilíbrio hidrostático, consistindo em um êmbolo 1, de área A_1 e força aplicada F_1 , e, do outro lado, um êmbolo 2, de área A_2 e força aplicada F_2 . Nesse caso, se A_1 for menor que A_2 , a força F_1 será menor que a força F_2 .

15. (CEBRASPE/CODEVASF-2021) Com relação a mecânica dos fluidos, julgue o item a seguir.

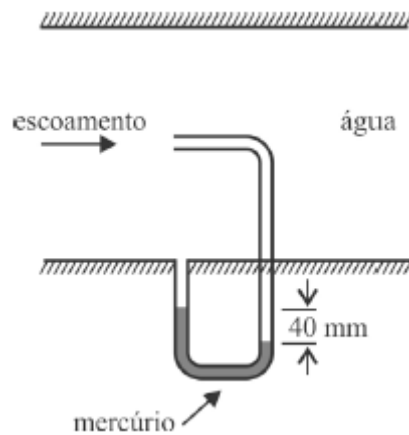
Se um vaso comunicante em forma de U aberto em pressão atmosférica for preenchido por água e óleo (confinado somente em um lado do vaso), a altura de nível do lado do óleo será menor que da água.

16. (CEBRASPE/CODEVASF-2021) Com relação a mecânica dos fluidos, julgue o item a seguir.

Na mecânica dos fluidos, no escoamento turbulento, as partículas do fluido tendem a percorrer trajetórias paralelas em diferentes velocidades.

17. (CEBRASPE/SLU DF-2019)





No interior de uma tubulação, instalou-se um medidor, semelhante a um tubo de Pitot, com tomada para pressão de estagnação posicionada de forma alinhada à direção do escoamento, exatamente no centro do tubo de seção circular. A tomada da pressão estática foi posicionada na parede do tubo, na mesma seção transversal em que se posicionou a tomada de pressão de estagnação. A figura precedente mostra o esquema da montagem, em que se utilizou um manômetro de mercúrio para a medição da diferença entre a pressão de estagnação e a pressão estática.

Considerando que a densidade da água seja $\rho_{H_2O} = 1.000 \text{ kg/m}^3$, do mercúrio, $\rho_{Hg} = 13.600 \text{ kg/m}^3$, que a viscosidade cinemática da água seja $\nu_{H_2O} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ e que a aceleração gravitacional seja igual a 10 m/s^2 , julgue o item que se segue, a respeito da situação apresentada e de outros aspectos ligados a escoamento de fluidos.

Admitindo-se que, na situação apresentada, a velocidade de escoamento da água dentro do tubo cilíndrico, medida por meio de um tubo de Pitot localizado no centro do tubo, seja de 2 m/s , então, se o tubo tiver 1 m de diâmetro, o escoamento será considerado laminar.

18. (CEBRASPE/EMAP-2018) Acerca do efeito das forças em fluidos, julgue o item que se segue.

Considere que dois diferentes líquidos de densidades ρ_1 e ρ_2 sejam colocados em dois recipientes cúbicos idênticos e que as forças hidrostáticas nas faces verticais dos recipientes sejam respectivamente iguais a F_1 e F_2 .

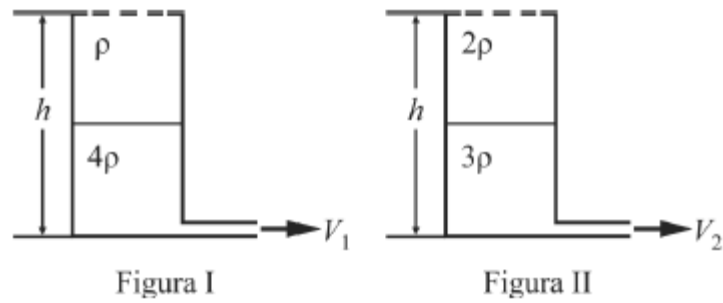
Nessa situação, se $\rho_1 > \rho_2$, é correto afirmar que $F_1 > F_2$.

19. (CEBRASPE/EMAP-2018) Acerca do efeito das forças em fluidos, julgue o item que se segue.

Situação hipotética: A figura I mostra um tanque de altura h , que contém, na sua metade inferior, um líquido de densidade 4ρ e, na metade superior, um líquido de densidade ρ . Na figura II, outro tanque idêntico e com a mesma altura h apresenta, na metade inferior, um líquido de densidade 3ρ ; e, na metade superior, um líquido com densidade 2ρ .

Assertiva: Considerando-se que, na base de ambos os tanques, as aberturas sejam idênticas e que os diâmetros das aberturas sejam desprezíveis, quando comparados à altura da coluna de líquido, é correto afirmar que as velocidades instantâneas de descarga V_1 e V_2 são iguais.

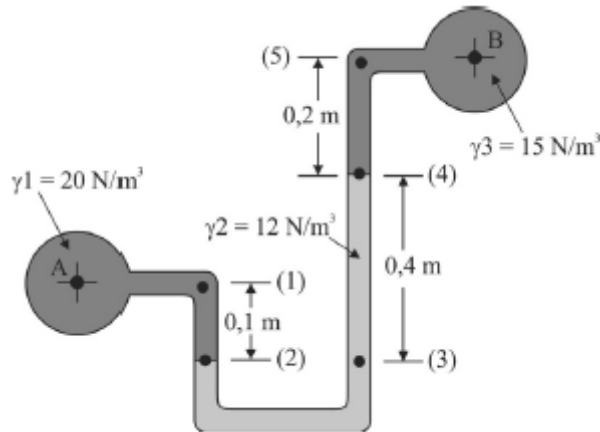




20. (CEBRASPE/EMAP-2018) Acerca do efeito das forças em fluidos, julgue o item que se segue.

Considere que dois dutos de diâmetros d_1 e d_2 converjam para formar um duto de diâmetro d . Se o escoamento nos dois dutos se dá a velocidades v_1 e v_2 , é correto afirmar que a velocidade v no terceiro duto será expressa pela relação: $v = \frac{d_1 v_1 + d_2 v_2}{d}$

21. (CEBRASPE/IFF-2018)



Considerando-se os dados apresentados nessa figura, em que γ é o peso específico, é correto afirmar que a diferença de pressão entre A e B, em Pa, é igual a

- a) 5,8.
- b) 6,4.
- c) 7,8.
- d) 10,4.
- e) 12,6.

22. (CEBRASPE/FUB-2015) Em relação aos fenômenos de transporte, que tratam da quantidade de movimento de fluidos em tubulações, julgue o item seguinte.

Fluidos newtonianos, os mais e os menos viscosos, são caracterizados por apresentarem viscosidade variante com o tempo e com a força aplicada.



23. (CEBRASPE/SUFRAMA-2014) Com relação à mecânica dos fluidos, julgue o item que se segue.

Suponha que uma força de 100 N empurra para baixo um dos êmbolos de um macaco hidráulico com área igual a 10m^2 e, com isso, pressiona um líquido incompressível confinado que transmite o estímulo para o outro êmbolo do sistema. Se o segundo êmbolo tiver uma área dez vezes menor que a do primeiro, então a força aplicada no primeiro êmbolo será capaz de sustentar um peso de até 10 N no segundo êmbolo.

24. (CEBRASPE/PF-2014) No que se refere a conceitos e princípios da hidrostática, julgue o item a seguir.

Considere que duas placas estejam separadas por uma camada de 5 mm de óleo com densidade relativa 0,80 e viscosidade cinemática $1,25 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Nesse caso, se uma placa está estacionária e a outra se move a uma velocidade de 4 m/s, então a tensão cisalhante média no óleo é igual a 80 Pa.

25. (CEBRASPE/PF-2014) No que se refere a conceitos e princípios da hidrostática, julgue o item a seguir.

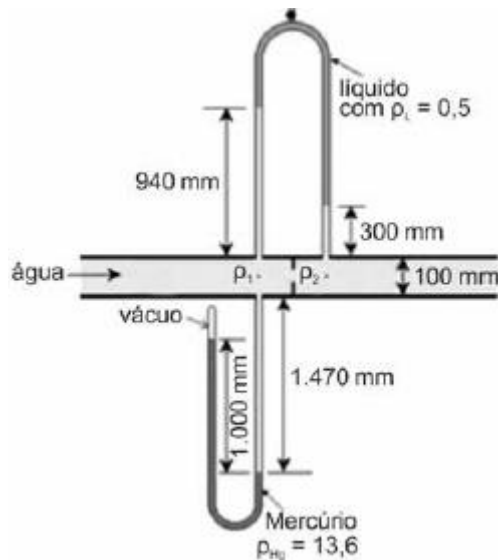
Considere que, em um dia em que a leitura barométrica seja 750 mmHg, o manômetro de um compressor de ar indique que a pressão no reservatório (fechado) é de 828 kPa. Nessa situação, considerando a densidade relativa $P_{\text{Hg}} = 13,6$ e assumindo a aceleração da gravidade 10 m/s^2 , a pressão absoluta do tanque será inferior a 900 kPa.

26. (CEBRASPE/TJ CE-2014) Considere que um tubo de 3,2 m de diâmetro, em que fluem $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ de água, se divida em outros dois tubos, cada um com 1,0 m e 2,0 m de diâmetro. Nessa hipótese, assumindo-se que 3,14 seja valor aproximado para π e que a velocidade da água no tubo de 1,0 m seja igual a 100,0 m/s, a velocidade da água no tubo de 2,0 m de diâmetro será

- a) inferior a 295 m/s.
- b) inferior a 200 m/s.
- c) superior a 380 m/s.
- d) superior a 400 m/s.
- e) inferior a 121 m/s.

27. (CEBRASPE-2013)





A figura acima mostra o esquema para medição da vazão em uma instalação de bombeamento d'água com placa de orifício. Um manômetro de tubo em U com mercúrio ($\rho_{Hg} = 13,6$) está conectado à parte inferior da tubulação. Outro manômetro de tubo em U invertido, com líquido de densidade relativa $\rho_L = 0,5$, está montado em um ponto diretamente acima do primeiro manômetro. Com base nessas informações e na figura acima, julgue o item seguinte.

A diferença de pressão $p_1 - p_2$ é maior que 1 m de coluna d'água.

28. (INCAB/ PC AC-2015) Nas análises dos escoamentos compressíveis o Número de Mach M desempenha um papel importante. Um escoamento com Número de Mach menor que a unidade ($M < 1$) é classificado como:

- a) hipersônico.
- b) subsônico.
- c) supersônico.
- d) sônico.
- e) transônico.

29. (IBFC/PC RJ-2013) No interior de uma tubulação ocorre o escoamento em regime permanente de um líquido. Na seção transversal de diâmetro interno de 0,48m a velocidade de escoamento é de 0,7m/s. Calculando-se o diâmetro interno, em mm, na seção transversal cuja velocidade de escoamento é de 378m/min encontra-se o valor de:

- a) 160.
- b) 180.



c) 210.

d) 240.

e) 250.

30. (VUNESP/UFABC/2019) Existe uma ampla variedade de instrumentos para medição de pressão. Em sistemas de condicionamento de ar, exaustão, ventilação etc., os valores de pressão são geralmente reduzidos e a interpretação correta, assim como as conversões, das unidades de pressão são bastante importantes.

Dados: Peso específico da Água = 10000 N/m^3 e do Mercúrio = 136000 N/m^3 .

Se um desses instrumentos indicar uma pressão de 20,4 milímetros de coluna de água, é correto afirmar que tal valor equivale a, em mmHg e em Pa, respectivamente,

a) 0,0015 e 204.

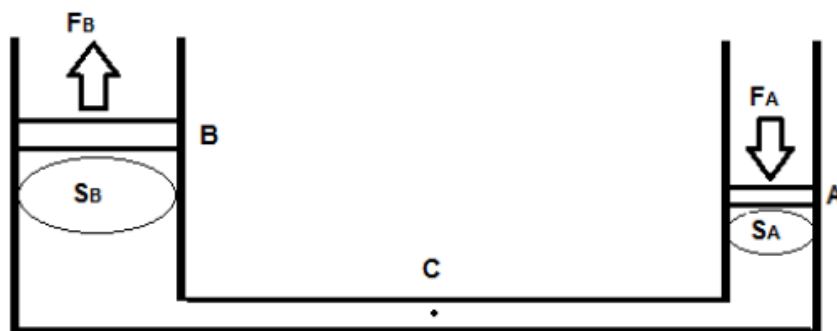
b) 1,5 e 204000.

c) 1,5 e 0,204.

d) 0,0015 e 204000.

e) 1,5 e 204.

31. (NC UFPR/ITAIPU/2019) Considere o desenho a seguir, apresentado na condição de equilíbrio de forças, sendo SA e SB as áreas respectivas do pistão A e do pistão B:



Com base no princípio de Pascal e no desenho acima, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

() A força aplicada em A gera uma pressão $PA=FA/SA$

() $PA=PB=PC$.

() A força FB é menor que a força FA.



() Se o pistão A deslocar-se x cm, o pistão B deslocar-se-á $x \cdot (S_A/S_B)$ cm.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

- a) F – V – F – V.
- b) F – F – V – V.
- c) V – V – F – V.
- d) V – V – F – F.
- e) F – F – V – F.

32. (CEV UECE/Pref. Sobral/2018) Um tanque de formato cúbico de aresta " L " está totalmente preenchido com um líquido de massa específica " ρ ". O tanque é aberto em sua face superior e exposto à pressão atmosférica. Adotando a variável " g " para a gravidade, o valor da força total resultante " F_R " atuando nas paredes laterais do tanque é definida pela equação:

- a) $F_R = \frac{\rho g L^2}{3}$
- b) $F_R = \frac{\rho L^3}{2g}$
- c) $F_R = \frac{\rho g L^3}{2}$
- d) $F_R = \frac{\rho L^2}{3g}$

33. (FGV/ALERO/2018) Uma tora de madeira de seção retangular de lados 50 cm e 40 cm e comprimento de 4 metros flutua na superfície d'água.

Sabendo-se que o peso específico da água é de 1 kg/dm^3 , a densidade da madeira é de $0,60 \text{ kg/dm}^3$, e que sobre a tora de madeira equilibra-se um corpo de massa 100 kg , o percentual de volume da tora de madeira que estará submerso é de

- a) 37,5%.
- b) 45,0%.
- c) 57,5%.
- d) 60,0 %.
- e) 72,5%.





GABARITO

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. CORRETA | 18. CORRETA |
| 2. INCORRETA | 19. CORRETA |
| 3. A | 20. INCORRETA |
| 4. A | 21. A |
| 5. C | 22. INCORRETA |
| 6. D | 23. CORRETA |
| 7. A | 24. CORRETA |
| 8. C | 25. INCORRETA |
| 9. B | 26. A |
| 10. D | 27. CORRETA |
| 11. D | 28. B |
| 12. D | 29. A |
| 13. D | 30. E |
| 14. INCORRETA | 31. C |
| 15. INCORRETA | 32. C |
| 16. INCORRETA | 33. E |
| 17. INCORRETA | |

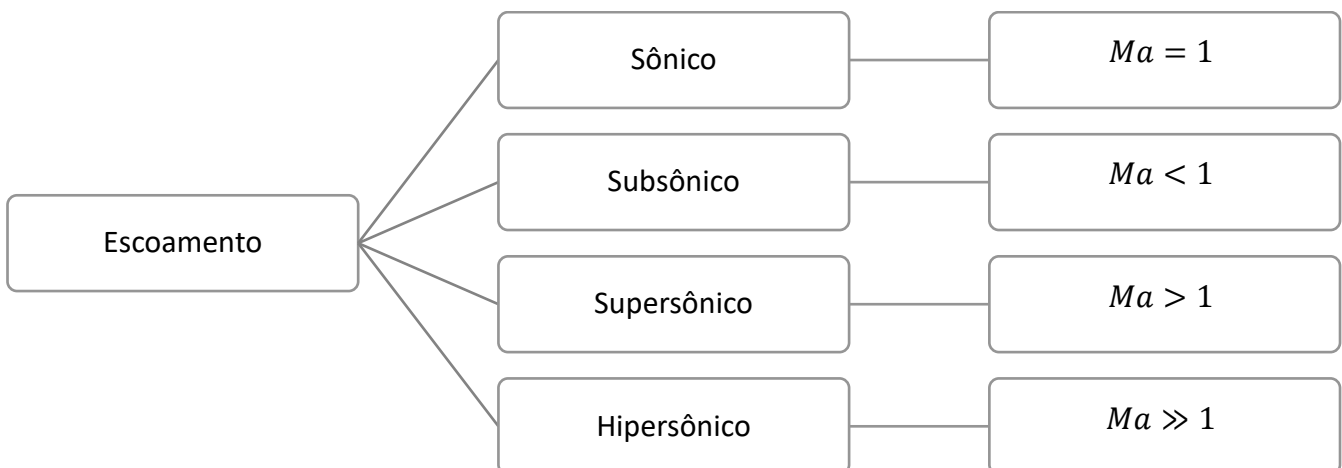


RESUMO

Mecânica dos fluidos é a ciência que trata do comportamento dos fluidos em repouso (estática dos fluidos) ou em movimento (dinâmica dos fluidos) e da interação entre fluidos e sólidos e outros fluidos nas fronteiras.

Qualquer substância que esteja no estado líquido ou gasoso é denominada de fluido

Princípio da conservação da massa	$\dot{m}_{entrada} = \dot{m}_{saida}$ $\dot{m} = \rho \cdot V \cdot A = \frac{V \cdot A}{v}$
Número de Reynolds	$Re = \rho \frac{V \cdot L}{\mu} ; \quad Re \leq 2300 \rightarrow \text{escoamento laminar}$



Pressão manométrica	$P_{man} = P_{abs} - P_{atm}$
---------------------	-------------------------------



Pressão de vácuo	$P_{Vác} = P_{atm} - P_{abs}$
Variação da pressão com a profundidade	$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g \Delta z = \gamma \Delta z$
Diferença de pressão entre dois pontos que estão separados por uma série de fluidos	$\Delta P = g \sum_i \rho_i h_i$
Lei de Pascal	$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$
Equação de Bernoulli	$\frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2} + g \cdot z = constante$
Equação de Bernoulli entre dois pontos quaisquer na mesma linha de corrente	$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + g \cdot z_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} + g \cdot z_2$



ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



1 Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



2 Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



3 Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



4 Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



5 Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



6 Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



7 Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



8 O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.