

## **Aula 06**

*Densidade, massa específica,  
teoremas de Stevin , de  
Arquimedes e de Pascal.*

Prof. Vinícius Fulconi

## Sumário

<b>Apresentação</b> .....	<b>3</b>
<b>1- Introdução</b> .....	<b>5</b>
<b>2- Propriedades Físicas</b> .....	<b>6</b>
2.1- <i>Massa específica (<math>\mu</math>)</i> .....	6
2.2- <i>Densidade (d)</i> .....	6
2.2.1- Densidade Relativa .....	7
2.3- <i>Pressão</i> .....	9
2.3.1- Pressão de uma coluna de líquido.....	11
<b>3- Teorema de Stevin</b> .....	<b>12</b>
3.1- <i>Experimento de Torricelli</i> .....	16
<b>4- Teorema de Pascal</b> .....	<b>20</b>
4.1- <i>Pressão absoluta x Pressão efetiva</i> .....	22
4.1.1- Pressão absoluta.....	22
4.1.2- Pressão efetiva .....	22
4.2- <i>Vasos comunicantes</i> .....	24
4.2.1- Apenas um líquido em equilíbrio .....	24
4.2.2- Líquidos imiscíveis em equilíbrio.....	25
4.3- <i>Prensa Hidráulica</i> .....	26
<b>5- Teorema de Arquimedes</b> .....	<b>29</b>
<b>Lista de Questões</b> .....	<b>34</b>
<b>Gabarito</b> .....	<b>53</b>
<b>Lista de Questões Resolvidas e Comentadas</b> .....	<b>54</b>
<b>Considerações Finais</b> .....	<b>89</b>
<b>Referências</b> .....	<b>90</b>



# Apresentação

**Querido aluno(a), seja bem-vindo(a) à nossa primeira aula!**

Sou o professor **Vinícius Fulconi**, tenho vinte e quatro anos e estou cursando Engenharia Aeroespacial no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Irei contar um pouco sobre minha trajetória pessoal, passando pelo mundo dos vestibulares com minhas principais aprovações, até fazer parte da equipe de física do Estratégia Militares.

No ensino médio, eu me comportava como um aluno mediano. No final do segundo ano do ensino médio, um professor me desafiou com a seguinte declaração: *Você **nunca vai passar no ITA!*** Essa fala do professor poderia ter sido internalizada como algo desestimulador e, assim como muitos, eu poderia ter me apegado apenas ao que negritei anteriormente. Muitos desistiriam! Entretanto, eu preferi negritar e gravar *“**Você vai passar no ITA!**”*

Querido aluno(a), a primeira lição que desejo te mostrar não é nenhum conteúdo de física. Quero que transforme seu sonho em vontade de vencer. Transforme seus medos e incapacidades em desafios a serem vencidos. Haverá muitos que duvidarão de você. O mais importante é você acreditar! **Nós do Estratégia Militares acreditamos no seu potencial** e ajudaremos você a realizar seu sonho!



Após alguns anos estudando para o ITA, usando muitos livros estrangeiros, estudando sem planejamento e frequentando diversos cursinhos do segmento, realizei meu sonho e entrei em umas das melhores faculdades de engenharia do mundo. 😊 Além de passar no ITA, ao longo da minha preparação, fui aprovado no IME, UNICAMP, Medicina (pelo ENEM) e fui medalhista na Olimpíada Brasileira de Física.

Minha resiliência e grande experiência em física, que obtive estudando por diversas plataformas e livros, fez com que eu me tornasse professor de física do Estratégia Militares. Tenho muito orgulho em fazer parte da família Estratégia e hoje, se você está lendo esse texto, também já é parte dela. Como professor, irei te guiar por toda física, alertando sobre os erros que cometi na



minha preparação, mostrando os pontos em que obtive êxito e, assim, conseguirei identificar quais são seus pontos fortes e fracos, maximizando seu rendimento e te guiando até à faculdade dos seus sonhos.

Você deve estar se perguntando: **O que é necessário para começar esse curso?**



***ALERTA!***

Esse curso exige do candidato apenas **dedicação, perseverança e vontade de vencer.**

# 1- Introdução

Nessa aula veremos grande parte da parte da física que denominamos **hidrostática**. Esse estudo abrange o comportamento dos **fluidos** (gases e líquidos) quando **em equilíbrio**. Pela maior ocorrência nas provas para as quais nos preparamos, estudaremos somente sobre os líquidos nesse capítulo.

Dessa forma, começaremos apresentando algumas das mais importantes propriedades físicas dos líquidos como suas densidades e massas específicas. Logo em seguida veremos sobre o princípio de Pascal e suas aplicações práticas: vasos comunicantes e prensas hidráulicas. Logo, para finalizar essa aula focaremos no princípio de Arquimedes.

Enunciando assim pode parecer um estudo muito teórico mas, veremos muitos exemplos e exercícios práticos!

Então, vamos começar? 😊



## 2- Propriedades Físicas

### 2.1- Massa específica ( $\mu$ )

Fixadas temperatura e pressão constantes, para uma substância pura temos que sua densidade é bem definida e é dada por:

$$\mu = \frac{m}{V_{ocupado}}$$

Onde ( $m$ ) é a massa e ( $V_{ocupado}$ ) representa o volume ocupado somente pela substância, ou seja, sem levar em consideração espaços vazios.

ESCLARECENDO!



#### Observação Importante:

Massa específica é uma característica da **substância** e não do objeto específico em análise.

A unidade da massa específica é dada pela razão entre a unidade de massa e a unidade de volume, como por exemplo:

$$[\mu] = \frac{[massa]}{[volume]} = \frac{kg}{m^3} \text{ ou } \frac{g}{cm^3}$$

### 2.2- Densidade (d)

Para um corpo em análise, dizemos que sua densidade é dada por:

$$d = \frac{m}{V_{total}}$$



Onde ( $m$ ) é a massa e ( $V_{total}$ ) representa o volume total ocupado por um corpo, ou seja, espaços vazios são levados em consideração nesse caso.

Dessa forma, ao contrário da massa específica a **densidade é uma propriedade do corpo em análise** não da substância que o constitui.

Como a densidade é uma razão de unidades análogas àquelas que definem a massa específica, faz-se para essa medida a mesma análise dimensional do tópico anterior:

$$[d] = \frac{[massa]}{[volume]} = \frac{kg}{m^3} \text{ ou } \frac{g}{cm^3}$$

### 2.2.1- Densidade Relativa

Define-se densidade relativa de A com relação a B a seguinte razão:

$$d_{A,B} = \frac{d_A}{d_B}$$

Onde ( $d_A$ ) é a densidade do corpo A e ( $d_B$ ) é a densidade do corpo B quando ambos os corpos se encontram nas mesmas temperatura e pressão.

Devemos nos atentar para o fato de que a densidade relativa é adimensional, ou seja, não possui dimensão devido ao fato de ser constituída pelo quociente de duas grandezas com mesmas unidades.

**Exemplo1:** Uma esfera de massa  $m = 24\text{kg}$  e volume total  $V_T = 6\text{m}^3$  possui um buraco em seu interior com o volume de  $V_B = 2\text{m}^3$ . Com esses dados, responda:



- a) Qual a massa específica do material que compõe a esfera?  
b) Qual a densidade da esfera?

**Comentário:**

a) Como a massa específica só leva em consideração o volume de material preenchido temos que:

$$V_{ocupado} = V_T - V_B$$

$$V_{ocupado} = 6 - 2$$

$$V_{ocupado} = 4m^3$$

Portanto, temos que a massa específica é dada por:

$$\mu = \frac{m}{V_{ocupado}}$$

$$\mu = \frac{24}{4} = 6 \frac{kg}{m^3}$$

b) Para a densidade, aplicaremos a fórmula:

$$d = \frac{m}{V_{total}}$$

$$d = \frac{24}{6} = 4 \frac{kg}{m^3}$$



## 2.3- Pressão

Imagine um corpo cúbico de aresta (a) sob o qual age uma força  $\vec{F}$ :

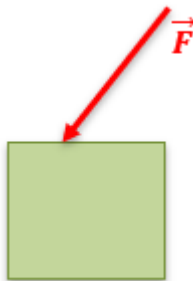


Figura 1: A força sobre um corpo.

Essa força pode ser então decomposta em uma componente tangencial ao corpo e uma componente perpendicular a ele:

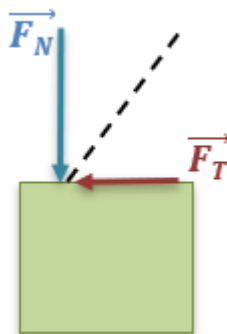


Figura 2: A força perpendicular.

Definimos então que a pressão média sobre o corpo é dada por:

$$P_m = \frac{|\vec{F}_N|}{S}$$

Equação na qual (S) representa a área em que a força atua. No exemplo acima a área seria dada por uma das faces do cubo, ou seja:  $S = a^2$ .

Ademais, vê-se, pela definição de pressão, que por ser constituída por uma razão de escalares, a pressão é uma grandeza escalar.

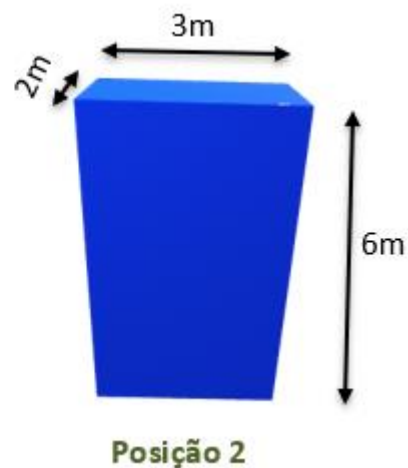
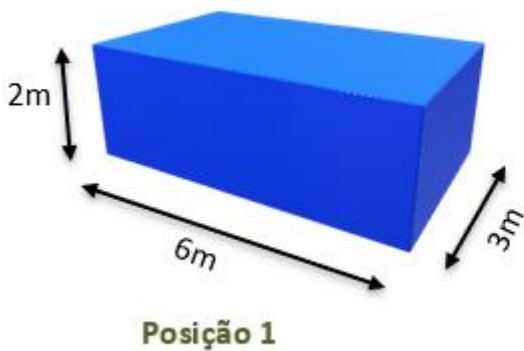
Dessa forma, a dimensão da pressão é dada pela razão entre as dimensões de força e área, podendo ser utilizadas a seguinte unidade:

$$[Pm] = \frac{[força]}{[área]} = \frac{N}{m^2} = Pa$$

Lembrando que:

$$1 atm \cong 1 \cdot 10^5 Pa$$

**Exemplo 2:** Seja um prisma maciço de  $m = 3kg$  com dimensões iguais a:



Sabendo que a gravidade local vale  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ , responda:

- Qual o valor da pressão na face inferior do bloco quando ele se encontra na posição 1?
- Qual o valor da pressão na face inferior do bloco quando ele se encontra na posição 2?

**Comentário:**

a) A pressão é dada pela razão entre o peso e a área inferior do prisma, então:

$$P = \frac{m \cdot g}{S}$$

$$P = \frac{3 \cdot 10}{6 \cdot 3}$$

$$P = \frac{5}{3} kg/m^2$$

b) Analogamente faremos a mesma conta que a anterior, no entanto, a área da base é distinta pois houve mudança na posição do bloco:

$$P = \frac{m \cdot g}{S}$$

$$P = \frac{3 \cdot 10}{2 \cdot 3}$$

$$P = 5 \text{ kg/m}^2$$

### 2.3.1- Pressão de uma coluna de líquido

Imagine um recipiente prismático de altura (h) e área da base (A) totalmente cheio com água. Sendo m a massa total do líquido e  $\mu$  sua densidade, tem-se:

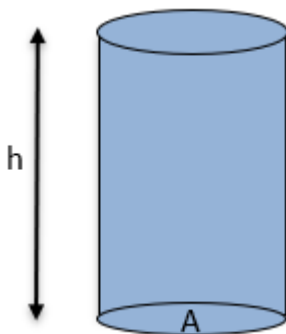


Figura 3: Coluna de líquido.

Se quisermos calcular a pressão que essa coluna de água que preenche o recipiente exerce em sua base, temos:

$$P_{base} = \frac{P}{A}$$

Onde (P) é o peso da água. Sendo (g) o módulo da gravidade local e (V) o volume ocupado pelo líquido:

$$P_{base} = \frac{m \cdot g}{A}$$

$$P_{base} = \frac{\mu \cdot V \cdot g}{A}$$

Como sabemos que o volume ocupado pelo líquido é o volume do recipiente:

$$P_{base} = \frac{\mu \cdot A \cdot h \cdot g}{A}$$

$$P_{base} = \mu \cdot g \cdot h$$

Portanto, a pressão no fundo do recipiente independe da área deste, dependendo somente da densidade do líquido, da gravidade local e da altura da coluna.

### 3- Teorema de Stevin

O engenheiro Belga Simon Stevin enunciou um teorema que também é conhecido como Lei Fundamental da Hidrostática que pode ser assim descrito:

*A diferença de pressão entre dois pontos de um líquido homogêneo distantes entre si de um ( $\Delta h$ ) é dada por:*

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

Para demonstrarmos esse teorema, vamos analisar sem perda de generalidade um recipiente totalmente completo por um líquido de densidade ( $\mu$ ).

Tomamos para análise apenas um bloco cúbico do líquido, como se, teoricamente, ele estivesse desagregado do restante da massa líquida:

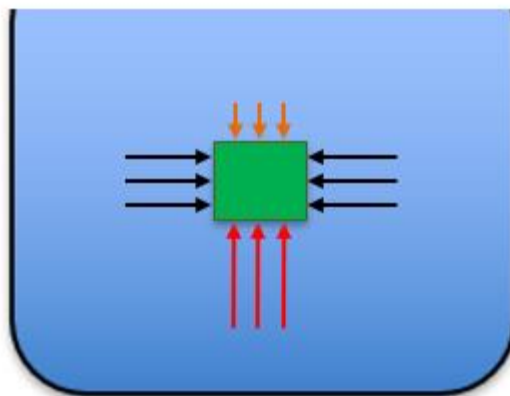


Figura 4: Forças hidrostáticas.

O entorno a esse bloco imprime forças sobre ele, no entanto as forças que operam lateralmente sobre o corpo se anulam pois têm mesmo módulo e sentidos opostos.

As forças tanto superiores quanto inferiores iremos agrupar e representa-las da seguinte forma:

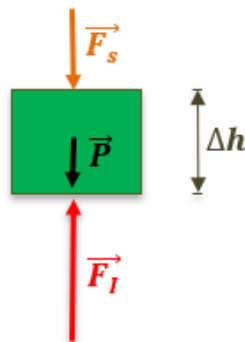


Figura 5: Resultante de forças.

Onde  $\vec{P}$  é a força peso desse bloco de massa ( $m$ ),  $\vec{F}_s$  é a força resultante superior e  $\vec{F}_i$  é a força resultante inferior. Dessa forma, como o cubo está em equilíbrio temos:

$$P + F_s = F_i$$

$$F_i - F_s = P$$

Dividindo a equação por pela área da face lateral do cubo ( $A$ ):

$$\frac{F_i}{A} - \frac{F_s}{A} = \frac{P}{A}$$

Mas:

$$\frac{F_i}{A} = p_i \text{ (pressão no ponto inferior)}$$

$$\text{e } \frac{F_s}{A} = p_s \text{ (pressão no ponto superior)}$$

Logo:

$$p_i - p_s = \frac{P}{A}$$

$$p_i - p_s = \frac{m \cdot g}{A}$$

Mas, como:

$$m = \mu \cdot V$$

$$m = \mu \cdot A \cdot \Delta h$$

Dessa forma:

$$p_i - p_s = \frac{\mu \cdot A \cdot \Delta h \cdot g}{A}$$

$$\Delta p = p_i - p_s = \mu \cdot \Delta h \cdot g$$

Concluimos, então, que a diferença de pressão entre dois pontos de um mesmo líquido é dado pela equação acima.

NOVIDADE!



### Observações Importantes:

- Se um líquido está somente sob a ação da gravidade, todos os pontos que estiverem em uma mesma horizontal estão sob a mesma pressão. Essas linhas são chamadas de **linhas isobáricas**.

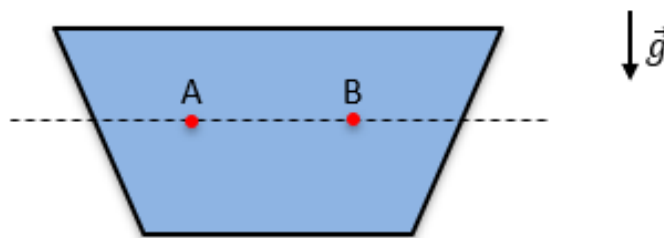


Figura 6: Mesma horizontal de um líquido.

Essa observação é facilmente comprovada com o Teorema de Stevin pois, a diferença de altura entre dois pontos na mesma horizontal é dada por:  $\Delta h = 0$

Portanto:

$$\Delta p = \mu \cdot \Delta h \cdot g = \mu \cdot 0 \cdot g = 0$$

Sendo a diferença de pressão nula.

- Se um líquido está sob a ação de mais de um campo, as linhas isobáricas serão perpendiculares ao campo resultante

Exemplo: Recipiente com aceleração  $\vec{a}$

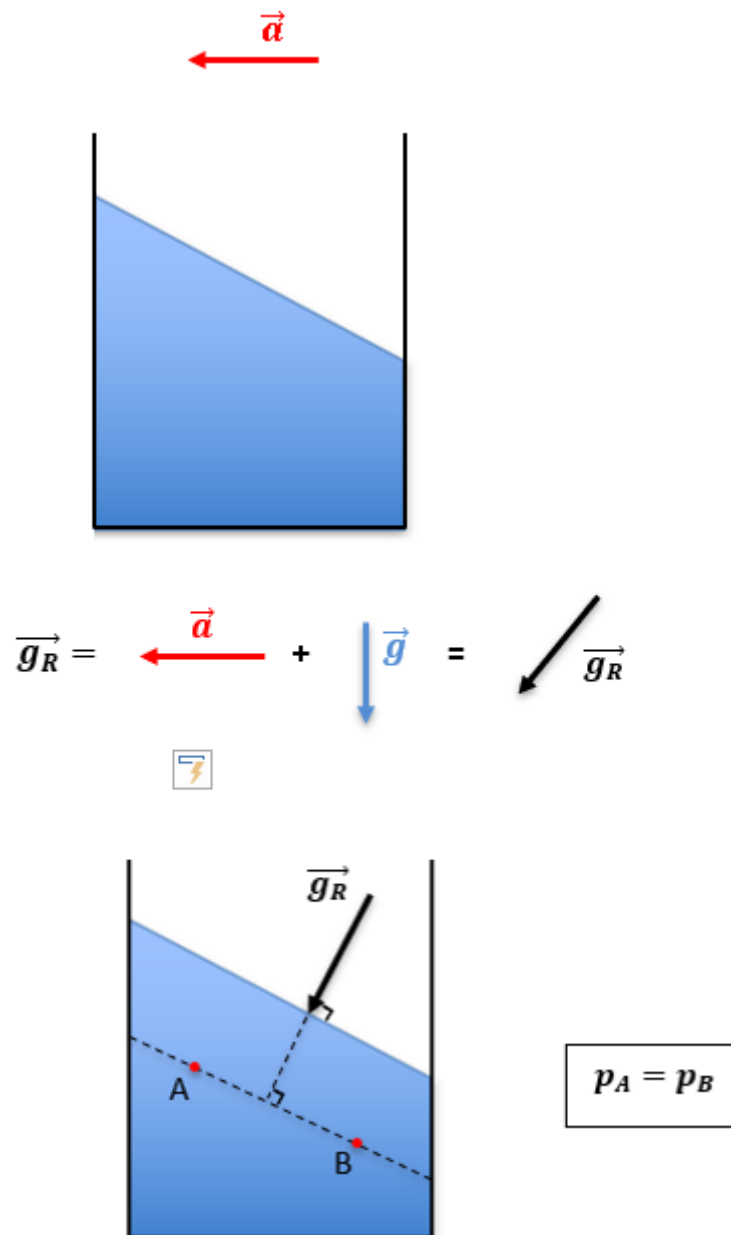


Figura 7: Líquidos em movimentos.

### 3.1- Experimento de Torricelli

Veremos nos próximos tópicos que a pressão atmosférica é de suma importância ao nosso estudo. Dessa forma, um experimento muito importante de se conhecer é o do cientista italiano Evangelista Torricelli que, com instrumentos simples, conseguiu calcular a pressão atmosférica.

Nesse experimento usou-se uma cuba e um tubo cheios de mercúrio como os da figura a seguir:

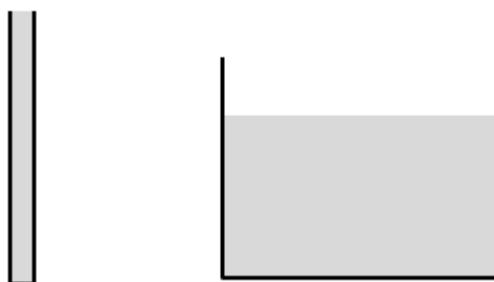


Figura 8: Instrumentos utilizados.

O próximo passo é tampar a extremidade aberta do tubo e o emborcar na cuba, sem o destampar no processo. Após o tubo chegar na posição adequada, ele é destampado, chegando ao seguinte resultado:

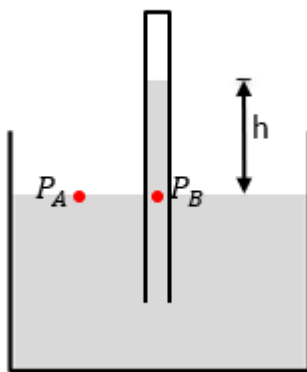


Figura 9: Montagem do experimento.

Sabendo que a densidade do mercúrio é ( $\mu_{Hg}$ ) e que a gravidade local é dada por ( $g$ ), vemos que o ponto A da figura acima está apenas sob o efeito da pressão atmosférica. Portanto, sendo ( $p_A$ ) a pressão no ponto A temos que:

$$p_A = p_{atm} \quad (\text{Eq. 1})$$



Onde ( $p_{atm}$ ) é a pressão atmosférica local.

Ademais, pela localização do ponto B, ele está somente sob os efeitos da pressão da coluna de mercúrio acima dele, pois no espaço vazio acima dessa coluna se fez praticamente vácuo devido ao esquema de montagem do experimento. Logo, sendo ( $p_B$ ) a pressão no ponto B temos que:

$$p_B = \mu_{Hg} \cdot g \cdot h \quad (\text{Eq. 2})$$

Podemos ver também que o ponto A e o ponto B estão na mesma linha isobárica do líquido, portanto suas pressões coincidem:

$$p_A = p_B \quad (\text{Eq. 3})$$

Com as equações 1 e 2 na equação 3, temos:

$$p_{atm} = \mu_{Hg} \cdot g \cdot h$$

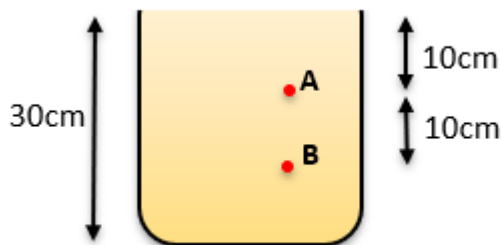
Dessa forma, através da medida da coluna de mercúrio foi possível calcular a pressão atmosférica. Torricelli em seu experimento, ao nível do mar e aproximadamente a 0°C conseguiu medir uma altura de coluna de mercúrio como o valor bem próximo de 76 cm. Dessa forma, a pressão atmosférica é de aproximadamente:

$$\begin{aligned} p_{atm} &= \mu_{Hg} \cdot g \cdot h \\ p_{atm} &= 13,6 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 0,76 \\ p_{atm} &\cong 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Assim sendo, também se faz uma medida usual de pressão altura de coluna de mercúrio devido a esse experimento histórico.



**Exemplo 3:** Em um recipiente há um líquido de densidade  $\mu_L = 2 \text{ g/cm}^3$ , Sendo A e B dois pontos desse fluido como mostra a figura a seguir:



Sendo a área do fundo do recipiente igual a  $A = 40 \text{ cm}^2$  e a gravidade local igual a  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , responda:

- Qual a diferença de pressão entre os pontos A e B?
- Qual a força exercida no fundo do recipiente pelo líquido?

**Comentário:**

a) Pelo teorema de Stevin, temos que:

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

Mas, para podermos usar essa formula, teremos que ajustar as unidades de cada parcela da multiplicação para que elas combinem entre si:

$$d = 2 \text{ g/cm}^3 = 2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta h = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

Logo:

$$\Delta P = 2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,1$$

$$\Delta P = 2 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

b) A força exercida no fundo do recipiente é dada por:

$$F = p_{\text{fundo}} \cdot A$$

Para o cálculo da ( $p_{\text{fundo}}$ ) temos:

$$p_{\text{fundo}} = \mu_L \cdot g \cdot h$$

$$p_{\text{fundo}} = 2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,3$$

$$p_{\text{fundo}} = 6 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Para que a multiplicação seja feita, devemos alterar a unidade da área dessa forma:

$$A = 40 \text{ cm}^2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

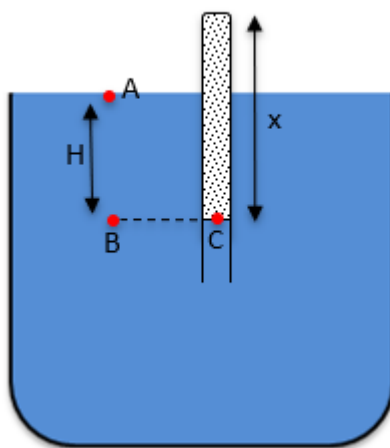
Então, assim temos que:

$$F = p_{\text{fundo}} \cdot A$$

$$F = 6 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-3}$$

$$F = 24N$$

**Exemplo 4:** Um tubo com um gás X é emborcado em um recipiente com água, assim como se vê na figura:



Sabendo que a altura  $H = 1\text{m}$  e que  $x = 1,2\text{m}$ , qual a pressão do gás dentro do tubo?

(Dados:  $p_{ATM} = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $g = 10\text{m/s}^2$ ,  $\mu_{\text{água}} = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

#### Comentário:

Pela figura vemos que o ponto C, que está na interface entre o líquido e o gás, possui a pressão de dentro do tubo, dessa forma, almejamos saber a pressão de C.

Ademais, também pela figura, podemos observar que B e C estão em uma mesma isobárica do líquido, portanto:

$$p_C = p_B$$

Sabendo que o ponto A está em contato direto com a atmosfera temos que sua pressão é dada por:

$$p_A = p_{ATM} = 10^5 \text{ Pa}$$

Pelo teorema de Stevin, podemos calcular a pressão do ponto B como:

$$p_B - p_A = \mu \cdot g \cdot H$$

$$p_B = p_A + \mu \cdot g \cdot H$$

$$p_B = 10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 1$$

$$p_B = 1,1 \cdot 10^5$$

Logo:

$$p_C = p_B$$

$$p_C = p_{gás} = 1,1 \cdot 10^5$$

## 4- Teorema de Pascal

O cientista francês Blaise Pascal enunciou um teorema muito importante para o prosseguimento do nosso curso que pode ser assim enunciado:

*Todo incremento de pressão a um ponto de um líquido incompressível é transmitido integralmente a todos os pontos desse líquido.*

Ou seja, na prática podemos analisar o seguinte esquema: imagine um recipiente cheio de um líquido X (com densidade  $\mu_x$ ) em uma região montanhosa do Brasil cuja pressão atmosférica é de aproximadamente  $p_0 = 0,9 \text{ atm}$ :

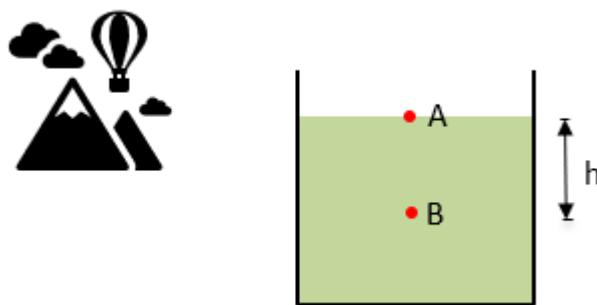


Figura 10: Pressão na altitude.

A pressão no ponto B é dada por:

$$p_B = p_A + \mu_x \cdot g \cdot h$$

Mas a pressão no ponto A é dada por:

$$p_A = p_0$$

$$p_A = 0,9$$

Logo:

$$p_B = 0,9 + \mu_x \cdot g \cdot h$$

Levemos agora esse mesmo recipiente com o mesmo líquido para um local praiano no Brasil onde a pressão atmosférica local é de aproximadamente:  $p'_0 = 1 \text{ atm}$

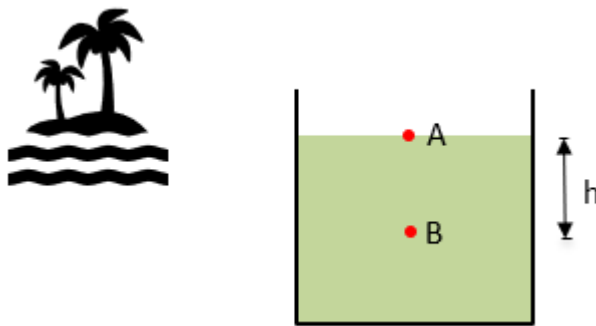


Figura 11: Pressão na praia.

Dessa forma, temos que a pressão no ponto A é alterada para:

$$p'_A = p'_0$$

$$p'_A = 1$$

Então, como a pressão de B depende da pressão de A temos que a nova pressão de B é dada por:

$$p'_B = p'_A + \mu_x \cdot g \cdot h$$

$$p'_B = 1 + \mu_x \cdot g \cdot h$$

Dessa forma, o incremento de pressão em A:

$$\Delta p_A = p'_A - p_A = 1 - 0,9 = 0,1 \text{ atm}$$

Foi repassado integralmente a B, pois sua variação de pressão também se deu por:

$$\Delta p_B = p'_B - p_B$$

$$\Delta p_B = 1 + \mu_x \cdot g \cdot h - (0,9 + \mu_x \cdot g \cdot h)$$

$$\Delta p_B = 0,1 \text{ atm}$$

## 4.1- Pressão absoluta x Pressão efetiva

### 4.1.1- Pressão absoluta

A pressão absoluta de um ponto é aquela na qual levamos em consideração a pressão atmosférica transmitida nesse ponto, como por exemplo:



Figura 12: Pressão absoluta.

No ponto C da figura acima temos que sua pressão absoluta é dada por:

$$P_{abs,C} = p_{atm} + \mu \cdot g \cdot h$$

### 4.1.2- Pressão efetiva

A pressão efetiva é aquela que age sobre um ponto e que desconsideramos a pressão atmosférica, ou seja, só levamos em consideração a pressão advinda da coluna de líquido, por exemplo:

No ponto C a pressão efetiva é dada por:

$$P_{efetiva,C} = \mu \cdot g \cdot h$$

**Exemplo 5:** Sabe-se que em um recipiente de 2m de altura e  $0,004m^2$  de área da base, com massa desprezível, é preenchido totalmente por um fluido. A força total exercida no fundo do recipiente é de  $F= 800$  N. Assim sendo, responda:

(Dado:  $p_{ATM} = 10^5 Pa$ ,  $g= 10m/s^2$ )

a) Qual a densidade do líquido?

b) Qual é a pressão efetiva em um ponto na base do recipiente?

**Comentário:**

a) Sabendo que a força na base é de 800N, podemos calcular a pressão total exercida nesse ponto por:

$$p_T = \frac{F}{A}$$

$$p_T = \frac{800}{0,004}$$

$$p_T = 200000 \frac{N}{m^2} = 2 \cdot 10^5 Pa$$

Como a pressão total é igual a:

$$p_T = p_{Atm} + \mu \cdot g \cdot h$$

$$2 \cdot 10^5 = 10^5 + \mu \cdot 10 \cdot 2$$

$$10^5 = 20 \cdot \mu$$

$$\mu = 5 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

b) A pressão efetiva é dada por:

$$p_{efetiva} = p_T - p_{Atm}$$

$$p_{efetiva} = 2 \cdot 10^5 - 10^5$$

$$p_{efetiva} = 10^5 Pa$$



## 4.2- Vasos comunicantes

### 4.2.1- Apenas um líquido em equilíbrio

No caso de um vaso comunicante como o da figura a seguir em que há somente um líquido (de densidade ( $d$ ) em equilíbrio temos:

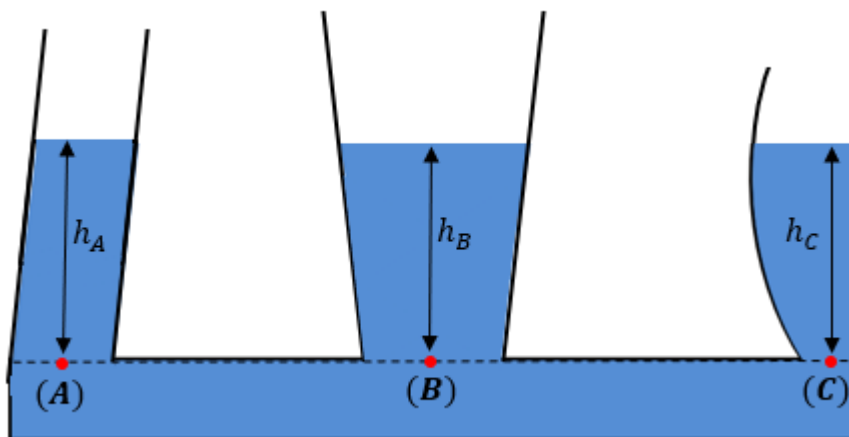


Figura 13: Vasos comunicantes.

Como visto na figura, os pontos A, B e C estão em uma mesma linha, ou seja, estão na mesma isobárica do líquido. Assim sendo, temos que:

$$p_A = p_B = p_C$$

Como os três ramos do recipiente estão sob a mesma pressão atmosférica, cada pressão é dada por:

$$p_A = p_{ATM} + d \cdot g \cdot h_A$$

$$p_B = p_{ATM} + d \cdot g \cdot h_B$$

$$p_C = p_{ATM} + d \cdot g \cdot h_C$$

Dessa forma, conseguimos concluir pelas equações acima que:



$$h_A = h_B = h_C$$

Portanto, em um sistema de vasos comunicantes preenchidos por um único líquido e em que todos os ramos estejam sujeitos a mesma pressão atmosférica, a altura da coluna de líquido será a mesma em todos os ramos, independentemente do formato deles.



#### 4.2.2- Líquidos imiscíveis em equilíbrio

Para um vaso com dois ramos que se comunicam pela base e que tem em seu interior dois líquidos imiscíveis como o da figura, temos:

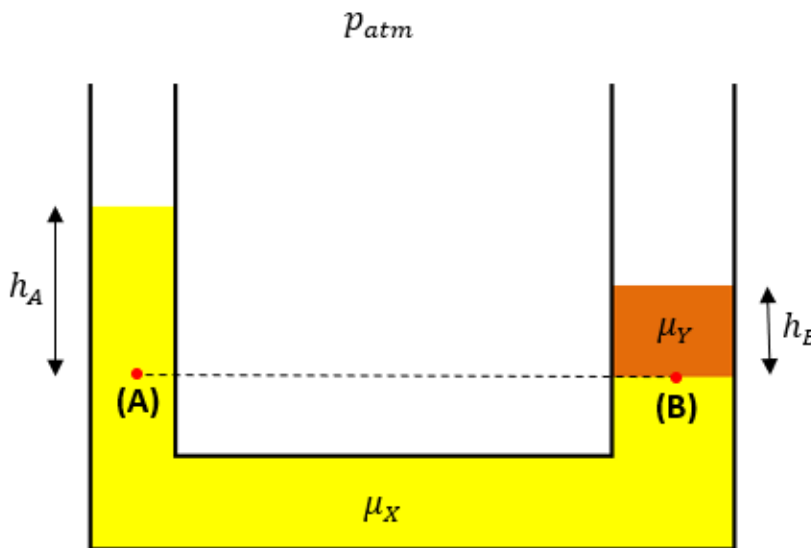


Figura 14: Líquidos imiscíveis.

O ponto B está na interface entre os líquidos X e Y e o ponto A está na mesma linha isobárica que B, porém do outro lado do recipiente. Como ambos os pontos ainda pertencem ao mesmo líquido e estão a mesma altura, suas pressões são iguais:

$$p_A = p_B \quad (\text{Eq. 1})$$

Dadas as colunas de líquidos correspondentes, as pressões dos pontos A e B podem ser assim descritas:

$$p_A = p_{ATM} + \mu_X \cdot g \cdot h_A \quad (\text{Eq. 2})$$

$$p_B = p_{ATM} + \mu_Y \cdot g \cdot h_B \quad (\text{Eq. 3})$$



Com as equações 2 e 3 na equação 1, temos:

$$p_{ATM} + \mu_X \cdot g \cdot h_A = p_{ATM} + \mu_Y \cdot g \cdot h_B$$

$$\mu_X \cdot g \cdot h_A = \mu_Y \cdot g \cdot h_B$$

$$\mu_X \cdot h_A = \mu_Y \cdot h_B$$

Assim podemos relacionar as alturas das colunas de líquidos com suas respectivas densidades.

Lembrando que esse tipo de resolução pode ser aplicado para mais de dois líquidos imiscíveis se for o caso.

### 4.3- Prensa Hidráulica

Uma prensa hidráulica, comumente, é um dispositivo que se utiliza para transferir forças de forma mais efetiva. Sua estrutura muitas vezes é um vaso comunicante com dois ramos (vaso em “U”) no qual, por exemplo, um dos lados possui seção  $A_1$  e o outro lado possui seção  $A_2$ :

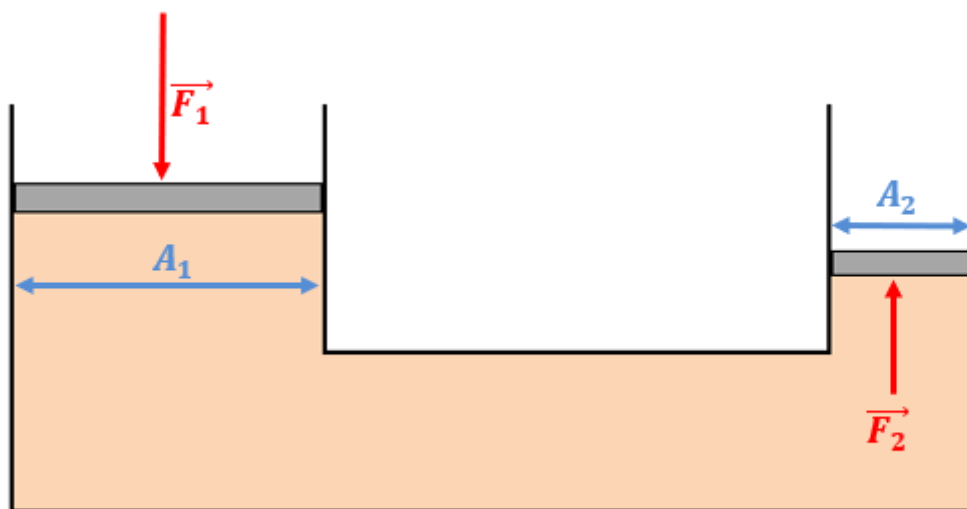


Figura 15: Prensa hidráulica.

Dentro do vaso é colocado um líquido que é aprisionado por dois pistões, um em cada ponta. Se fizermos uma força  $\vec{F}_1$  no pistão do lado esquerdo, haverá um incremento de pressão na interface do líquido nesse lado:

$$\Delta p_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

Conseqüentemente, pelo teorema de Pascal esse aumento de pressão será repassado para todo o fluído, inclusive para a interface direita do tubo:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \Delta p_2$$

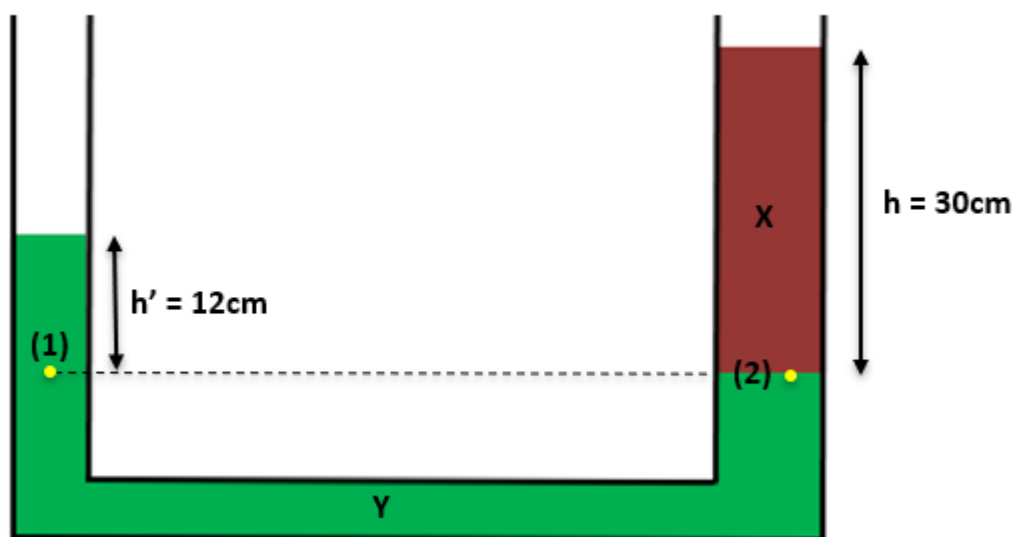
Dessa forma, no lado que possui abertura  $A_2$ , devido a esse incremento de pressão, haverá uma força  $\vec{F}_2$  que agirá sobre o pistão:

$$\frac{F_1}{A_1} = \Delta p_2$$

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

Assim podemos relacionar as forças com suas respectivas secções transversais de cada lado do tubo.

**Exemplo 6:** O tubo em U da figura foi preenchido com dois líquidos imiscíveis: Y e Z. Sabemos que a densidade de X é dada por:  $\mu_X = 0,4g/cm^3$



De acordo com as medidas especificadas no desenho, calcule a densidade do líquido Y.

**Comentário:**

Como os pontos (1) e (2) estão na mesma linha isobárica do líquido Y, podemos afirmar que:

$$p_1 = p_2$$

$$p_{Atm} + \mu_Y \cdot g \cdot h' = p_{Atm} + \mu_X \cdot g \cdot h$$

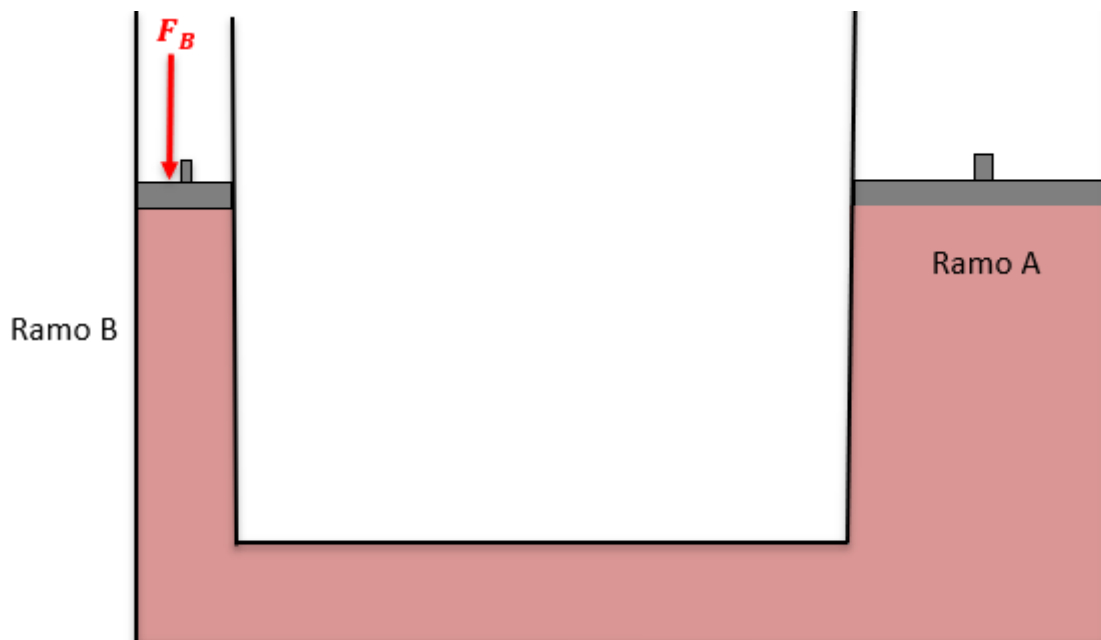
$$\mu_Y \cdot g \cdot h' = \mu_X \cdot g \cdot h$$

$$\mu_Y \cdot h' = \mu_X \cdot h$$

$$\mu_Y \cdot 12 = 0,4 \cdot 30$$

$$\mu_Y = 1g/cm^3$$

**Exemplo 7:** Uma prensa hidráulica foi construída com dois ramos de diferentes seções transversais. O ramo A, a direita, tem 32 cm de raio e o ramo B, da esquerda, tem 16cm de diâmetro. Ao se fazer uma força de modulo  $F_B = 10N$  no ramo de menor seção, responda:



- Qual a força que será aplicada no ramo da direita?
- Se, ao se aplicar essa força no ramo B, o pistão abaixe 1,6m nesse lado, qual o valor em metros do deslocamento do pistão A?

**Comentário:**

a) De acordo com o teorema de Pascal, a pressão irá ser comunicada a todos os pontos do fluido, resultando que a pressão em A seja igual a em B:

$$p_A = p_B$$

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

$$\frac{F_A}{\pi \cdot 32^2} = \frac{10}{\pi \cdot 8^2}$$

$$F_A = 160N$$

b) Como o fluido é incompressível pois se trata de uma prensa ideal, o volume tem que ser constante, logo:

$$\Delta V_A = \Delta V_B$$

$$h_A \cdot A_A = h_B \cdot A_B$$

$$h_A \cdot \pi \cdot 32^2 = 1,6 \cdot \pi \cdot 8^2$$

$$h_A = 0,1m$$

## 5- Teorema de Arquimedes

Analisaremos nesse tópico uma força de real importância para o funcionamento de muitos sistemas há tempos. Essa força é responsável pela navegação de embarcações, submarinos e outros meios de transporte náuticos. Estamos falando aqui da força de empuxo ( $\vec{E}$ ) que pode ser definida através do teorema do matemático Arquimedes, aqui simplificado enunciado como:

*Todo corpo imerso total ou parcialmente em um fluido em equilíbrio sofre a ação de uma força, provinda do próprio fluido, chamada empuxo (ou empuxo de Arquimedes). O empuxo tem a intensidade da força peso do fluido deslocado e a direção e sentido são: vertical e apontando para cima.*

Para a demonstração, analisaremos um fluido (de densidade  $\mu_L$ ) em equilíbrio e sob a ação da gravidade dentro de um recipiente suficientemente grande. Imerso nesse fluido temos um prisma (de densidade  $\mu_S$ ) com área da base (S) e altura (h):

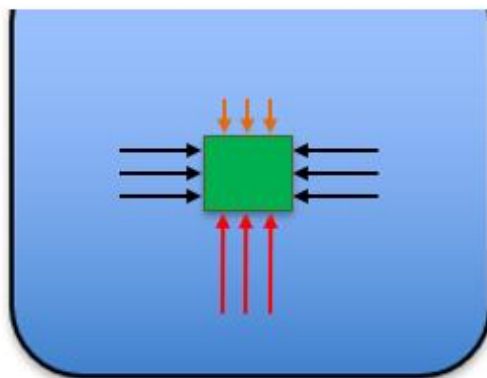


Figura 16

Ao analisarmos as forças que agem nesse sólido, podemos ver que as forças laterais se anulam pois têm mesmo módulo e sentidos opostos. No entanto, as forças superiores e inferiores não se anulam pois têm módulos distintos. Dessa forma representaremos as forças resultantes como  $\vec{F}_S$  representando as superiores e  $\vec{F}_i$  representando as inferiores:

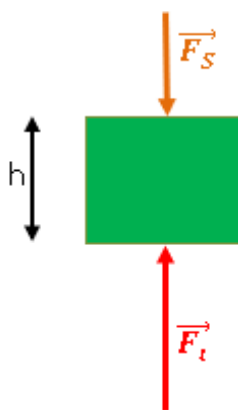


Figura 17

Dessa forma, o empuxo, que é a força resultante do fluido no sólido, é dado por:

$$\vec{E} = \vec{F}_i + \vec{F}_S$$

Em módulo temos:

$$E = F_i - F_S$$

Ao dividir a equação por pela área (S), temos:

$$\frac{E}{S} = \frac{F_i}{S} - \frac{F_s}{S}$$

Mas, como já visto anteriormente, a razão entre força e área resulta em pressão:

$$\frac{F}{S} = p$$

Então:

$$\frac{E}{S} = p_i - p_f \quad (\text{Eq. 1})$$

Mas, como visto no Teorema de Stevin:

$$p_i - p_f = \mu_L \cdot g \cdot h \quad (\text{Eq. 2})$$

Com as equações 1 e 2 temos:

$$\begin{aligned} \frac{E}{S} &= \mu_L \cdot g \cdot h \\ E &= \mu_L \cdot g \cdot h \cdot S \end{aligned}$$

Mas, o volume (V) do objeto é dado por:

$$V = h \cdot S$$

Então, temos que o empuxo é dado por:

$$E = \mu_L \cdot V \cdot g$$

Observe que aqui deduzimos para um corpo totalmente submerso mas, no caso em que o corpo está parcialmente imerso no fluido temos que o volume utilizado na fórmula acima passa a ser o volume submerso:



$$E = \mu_L \cdot V_{sub} \cdot g$$

Continuando, em ambos os casos acima, tanto o volume total do objeto quando apenas o volume submerso, equivalem ao volume do fluido deslocado, portanto podemos escrever:

$$E = \mu_L \cdot V_{L,deslocado} \cdot g$$

$$E = \mu_L \cdot \frac{m_{L,deslocado}}{\mu_L} \cdot g$$

$$E = m_{L,deslocado} \cdot g$$

$$E = P_{L,deslocado}$$

Concluimos então que o módulo do empuxo realmente equivale ao peso do fluido deslocado.



### Observações Importantes:

- O empuxo só pode ser calculado da forma que aqui foi explanada quando o corpo estiver em repouso
- A linha de ação da força de empuxo passa pelo centro de massa da porção de fluido deslocado, em nada se relaciona com o local de aplicação da força peso do corpo
- O módulo do empuxo também em nada se relaciona com o módulo do peso do corpo submerso, podendo ser maior, menor, ou igual a este.

**Exemplo 8:** Um balão de festa tem massa  $m = 1\text{kg}$  e está totalmente submerso em água ( $\mu_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$ ). Se a massa específica desse objeto é de  $2,5 \text{ kg/m}^3$ , responda:

- Qual o volume de água deslocada pelo balão?
- Qual o valor do empuxo no balão?
- Após ser solto, o balão sobe, desce, ou permanece imerso na água?



(Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

### Comentário:

a) Dada a fórmula da massa específica:

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

$$2,5 = \frac{1}{V}$$

$$V = 0,4 \text{ m}^3$$

Como o balão ocupa o volume do líquido deslocado, então este tem o mesmo volume que aquele:

$$V_{\text{deslocado}} = 0,4 \text{ m}^3$$

b) Pelo teorema de Arquimedes podemos calcular o volume por:

$$E = \mu \cdot V \cdot g$$

$$E = 10^3 \cdot 0,4 \cdot 10$$

$$E = 4 \cdot 10^3 \text{ N}$$

c) Como o peso do balão é dado por:

$$P = 1 \cdot 10$$

$$P = 10 \text{ N}$$

Ademais, sob o balão somente atuam as forças peso e empuxo e como:

$$E > P$$

O balão então sobe.

**UFAAAA !!!**

**Chegamos ao fim da parte teórica 😊. Se você ficou com alguma dúvida, volte e releia a teoria e os exemplos resolvidos. Faça uma pausa e vá com força total para o exercícios!**

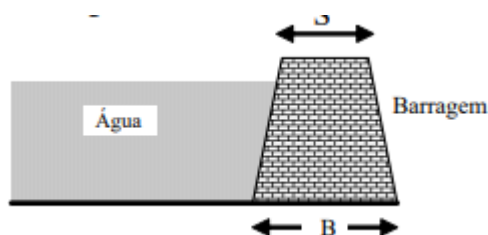


## Lista de Questões



### 1.(EEAR 2016)

As represas são normalmente construídas com a base da barragem (B) maior que a parte superior (S) da mesma, como ilustrado na figura abaixo.



Tal geometria na construção da barragem se deve:

- ao fato da pressão da água ser maior, quanto maior for a profundidade.
- à geometria que apresenta um melhor desempenho no escoamento da água.
- ao fato dos peixes na parte mais profunda serem maiores, causando colisões mais intensas.
- à menor massa que deve ficar na parte superior da estrutura para não esmagar a base.

### 2.(EEAR 2016)

Um garoto, brincando com seus carrinhos, montou engenhosamente um elevador hidráulico utilizando duas seringas de êmbolos com diâmetros de 1,0 cm e 2,0 cm. Ligou as duas por uma mangueira cheia de água, colocando um carrinho sobre o êmbolo de maior diâmetro. Apertou, então, o êmbolo de menor diâmetro para que o carrinho fosse levantado até determinada altura. A força que o garoto aplicou, em relação ao peso do carrinho, foi:

- duas vezes maior
- duas vezes menor.
- quatro vezes maior.
- quatro vezes menor.

### 3.(EEAR 2016)

Um aluno da EEAR ao realizar o teste físico se posicionou ao solo com as mãos e os pés apoiados para executar as flexões de braço. Considerando o seu peso igual a 800N e a área apoiada no



solo das mãos de  $300 \text{ cm}^2$  e dos pés de  $20 \text{ cm}^2$ , determine a pressão em Pascal (Pa) que o aluno exerceu sobre o solo, quando na posição para a flexão, antes de executar o exercício físico.

- a) 12500
- b) 25000
- c) 30000
- d) 50000

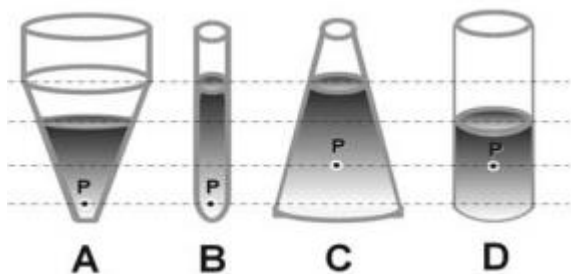
#### 4.(EEAR 2016)

No interior de um pneu de bicicleta a pressão é de aproximadamente  $2,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Para encher o pneu até tal pressão é utilizada uma bomba cujo êmbolo possui um diâmetro de 6 cm. Qual o valor da força mínima, em N, que deve ser aplicada sobre a manivela da bomba para encher o pneu da bicicleta? (Considere  $\pi = 3$ ).

- a) 475
- b) 575
- c) 675
- d) 775

#### 5.(EEAR 2016)

Qual dos recipientes, contendo o mesmo líquido, apresenta maior pressão no ponto P?



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

#### 6.(EEAR 2017)

Um paralelepípedo de dimensões  $5 \times 10 \times 20 \text{ cm}$  e massa igual a  $2 \text{ kg}$  será colocado sobre uma mesa, num local onde  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . A pressão exercida pelo paralelepípedo sobre a mesa, quando apoiado sobre sua base de menor área ( $p_1$ ), em função da pressão exercida quando apoiado sobre a base de maior área ( $p_2$ ), será:

- a)  $2p_2$
- b)  $4p_2$
- c)  $\frac{p_2}{2}$
- d)  $\frac{p_2}{4}$

### 7.(EEAR 2017)

Uma prensa hidráulica possui ramos com áreas iguais a  $15 \text{ cm}^2$  e  $60 \text{ cm}^2$ . Se aplicarmos uma força de intensidade  $F_1 = 8 \text{ N}$  sobre o êmbolo de menor área, a força transmitida ao êmbolo de maior área será:

- a)  $\frac{F_1}{4}$
- b)  $\frac{F_1}{2}$
- c)  $2F_1$
- d)  $4F_1$

### 8.(EEAR 2017)

Um indivíduo precisou esvaziar um reservatório de água de  $1,3 \text{ m}^3$ . Para não desperdiçar a água, resolveu guardá-la em galões de capacidade  $300 \text{ dm}^3$ . Quantos galões serão necessários para conter todo o líquido do reservatório?

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5

### 9.(EEAR 2017)

Ao longo das estradas existem balanças de pesagem para caminhões. Um caminhoneiro teve um valor anotado de pesagem igual a 40 toneladas, correspondente a massa do caminhão juntamente com a carga. Após a pesagem, um policial rodoviário informou-o sobre o seu “excesso de peso”. O caminhoneiro questionou a informação do policial comparando a outro caminhão com massa de 50 toneladas que não havia sido multado. O policial explicou que seu caminhão tinha apenas dois eixos e que o outro tinha 3 eixos. A explicação do policial está associada ao conceito físico de:

- a) *força gravitacional*
- b) *massa específica*
- c) *pressão*
- d) *tração*



**10.(EEAR 2018)**

Um montanhista, após escalar uma montanha e atingir certa altitude em relação ao nível do mar, resolveu utilizar um recipiente e um fogareiro para preparar seu chocolate quente. Percebeu que no topo da montanha sua bebida parecia não tão quente quanto aquela que preparava na praia. Sabendo que a temperatura de ebulição é diretamente proporcional à pressão externa ao líquido e considerando a constatação da temperatura feita pelo montanhista, pode-se afirmar que a pressão no topo da montanha em relação ao nível do mar, é:

- a) independente do local
- b) igual
- c) maior
- d) menor

**11.(EEAR 2018)**

O comando hidráulico de um avião possui em uma de suas extremidades um pistão de 2 cm de diâmetro e na outra extremidade um pistão de 20 cm de diâmetro. Se a força exercida por um piloto atingiu 50 N, na extremidade de menor área, qual foi a força, em newtons, transmitida na extremidade de maior diâmetro?

- a) 50
- b) 500
- c) 5000
- d) 50000

**12.(EEAR 2018)**

Um operário produz placas de cimento para serem utilizadas como calçamento de jardins. Para a produção destas placas utiliza-se uma forma metálica de dimensões 20 cm x 10 cm e altura desprezível. Uma prensa hidráulica aplica sobre essa área uma pressão de 40 kPa visando compactar uma massa constituída de cimento, areia e água. A empresa resolveu reduzir as dimensões para 20 cm x 5 cm, mas mantendo a mesma força aplicada, logo o novo valor da pressão utilizada na produção das placas é de \_\_\_\_\_ kPa.

- a) 20
- b) 40
- c) 80
- d) 160

**13.(EEAR 2018)**

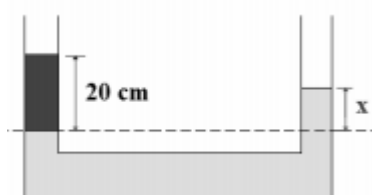
O valor da pressão registrada na superfície de um lago é de  $1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , que corresponde a 1 atm. Um mergulhador se encontra, neste lago, a uma profundidade na qual ele constata uma pressão de 3 atm. Sabendo que a densidade da água do lago vale  $1,0 \text{ g/cm}^3$  e o módulo da aceleração da gravidade no local vale  $10,0 \text{ m/s}^2$ , a qual profundidade, em metros, em relação à superfície, esse mergulhador se encontra?



- a) 10
- b) 20
- c) 30
- d) 40

**14.(EEAR 2018)**

Em um sistema de vasos comunicantes, são colocados dois líquidos imiscíveis, água com densidade de  $1,0 \text{ g/cm}^3$  e óleo com densidade de  $0,85 \text{ g/cm}^3$ . Após os líquidos atingirem o equilíbrio hidrostático, observa-se, numa das extremidades do vaso, um dos líquidos isolados, que fica a 20 cm acima do nível de separação, conforme pode ser observado na figura. Determine o valor de  $x$ , em cm, que corresponde à altura acima do nível de separação e identifique o líquido que atinge a altura  $x$ .



- a) 8,5; óleo
- b) 8,5; água
- c) 17,0; óleo
- d) 17,0; água

**15.(EEAR 2019)**

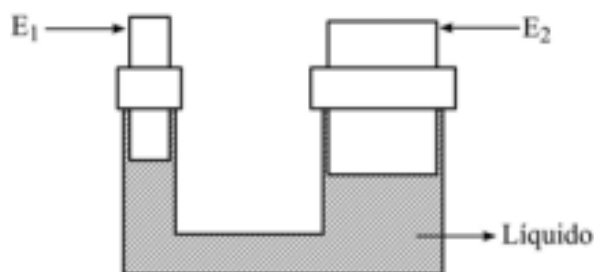
A superfície de um líquido em repouso em um recipiente é sempre plana e horizontal, pois todos os seus pontos suportam a mesma pressão. Com base nessa afirmação, responda qual Lei descreve esse fenômeno físico.

- a) Lei de Pascal
- b) Lei de Stevin
- c) Lei de Torricelli
- d) Lei de Arquimedes

**16.(EEAR 2019)**

Em uma fábrica há um sistema hidráulico composto por uma tubulação preenchida totalmente com um único líquido incompressível. Conforme a figura, nesse sistema, há uma extremidade onde há um êmbolo móvel ( $E_1$ ) de área  $A_1$  e outra extremidade também com um êmbolo móvel ( $E_2$ ) cuja área é o dobro de  $A_1$ . Uma força de intensidade  $F_1$  é aplicada em  $E_1$  para erguer um objeto que exerce uma força-peso de intensidade  $F_2$  em  $E_2$ . No instante em que se aplica a força  $F_1$  em  $E_1$ , a pressão em  $E_2$  \_\_\_\_\_.

OBS: Considere que o líquido está em repouso, os êmbolos deslocam-se na vertical, não há vazamentos em nenhuma parte do sistema hidráulico e a temperatura desse sistema é constante e não interfere no funcionamento.



- a) não se altera.
- b) sempre é duplicada.
- c) sempre é reduzida pela metade.
- d) sempre é aumentada em  $F_1/A_1$ .

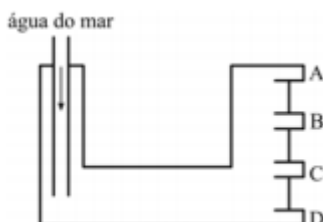
### 17.(EEAR 2019)

A figura a seguir representa, de maneira simplificada, o tanque de óleo diesel do submarino USS Pampanito da Classe Balao utilizado pela marinha americana durante a Segunda Guerra Mundial. Nesse tanque, inicialmente há somente a presença de óleo diesel. A medida que o óleo diesel é consumido, a mesma quantidade de água do mar entra no tanque por meio do tubo (representado a esquerda na figura) para manter o volume do tanque sempre totalmente ocupado e, em seguida, o tubo é fechado até o óleo ser consumido novamente. Há também uma válvula que permite apenas a saída de um dos líquidos, que não deve ser a água do mar, em direção aos motores do submarino. Essa válvula abre e fecha continuamente. Durante a abertura, a válvula permite que o óleo diesel vá para o motor em funcionamento.

Considerando:

- 1 – os líquidos imiscíveis;
- 2 – a razão entre a densidade do óleo diesel em relação a densidade da água do mar igual a 0,9;
- 3 – a válvula ainda fechada; e
- 4 – a presença dos dois líquidos, em repouso, dentro do tanque.

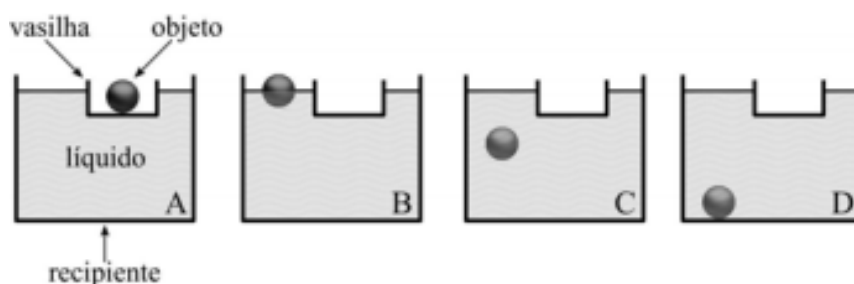
Assinale a alternativa que indica a posição (A, B, C ou D) que a válvula deve ser colocada para evitar que a água do mar vá para o motor e que a maior parte possível do óleo diesel seja consumida.



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

**18.(EEAR 2020)**

Dentro de um recipiente encontra-se uma vasilha flutuando sobre um líquido em repouso. No fundo dessa vasilha há um objeto maciço, homogêneo e com densidade maior que a do líquido. Olhando essa cena, um professor se imagina retirando o objeto da vasilha e abandonando-o sobre a superfície do líquido. O professor esboça quatro desenhos (A, B, C e D) que representam o objeto no fundo da vasilha (posição A) e três posições (B, C e D) do objeto durante seu deslocamento até o fundo do recipiente. O professor, propositadamente, não se preocupa em desenhar corretamente o nível do líquido. Em seguida, mostra esses desenhos aos seus alunos e pergunta a eles em qual das posições (A, B, C ou D) o volume do líquido deslocado pelo objeto é maior.



Entre as alternativas, assinale aquela que indica a resposta correta à pergunta do professor.

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

**19.(EEAR 2020)**

A densidade é uma grandeza física que varia com a mudança da temperatura e da pressão, sendo que nos sólidos e nos líquidos essa variação é muito pequena, enquanto que nos gases é maior. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a densidade é dada em  $\text{kg/m}^3$ , porém, é muito comum o uso do  $\text{g/cm}^3$ .

Dentre as alternativas a seguir, assinale aquela na qual está corretamente descrito o valor de  $1 \text{ g/cm}^3$  expresso em unidades do SI ( $\text{kg/m}^3$ ).

- a) 0,001
- b) 0,01
- c) 100
- d) 1000

**20.(EEAR 2006)**

Após a explosão do compartimento de mísseis, o submarino russo Kursk afundou até uma profundidade de 400 m, em relação à superfície, em um ponto do Mar do Norte. A pressão absoluta sobre o casco do Kursk, nessa profundidade, era de \_\_\_\_\_ atm. Considere que, nesse local, a densidade da água do mar é igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , a pressão atmosférica é de 1 atm ( $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ ) e que a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ .



- a) 41
- b) 40
- c) 410
- d) 400

### 21.(EEAR 2006)

O Mar Morto, situado na Jordânia, recebe este nome devido à alta concentração de sal dissolvido em suas águas, o que dificulta a sobrevivência de qualquer ser vivo no seu interior. Além disso, a alta concentração salina impede qualquer pessoa de afundar em suas águas, pois a grande quantidade de sal:

- a) *aumenta a densidade da água fazendo diminuir a intensidade do empuxo.*
- b) *diminui a densidade da água fazendo aumentar a intensidade do empuxo.*
- c) *aumenta a densidade da água fazendo aumentar a intensidade do empuxo.*
- d) *apesar de não alterar nem a densidade da água e nem a intensidade do empuxo, aumenta consideravelmente a tensão superficial da água.*

### 22.(EEAR 2006)

A pressão atmosférica na cidade do Rio de Janeiro é maior que a pressão atmosférica em Belo Horizonte. Considerando a densidade do ar constante e idêntica nos dois locais, a causa desta diferença de pressão deve-se à

- a) *longitude.*
- b) *altitude.*
- c) *grande concentração de minério de ferro em Belo Horizonte.*
- d) *o efeito das marés sobre a atmosfera, característico da cidade do Rio de Janeiro.*

### 23.(EAM 2017)

Um cinegrafista, desejando filmar a fauna marítima de uma certa localidade, mergulhou até uma profundidade de 30 metros e lá permaneceu por cerca de 15 minutos.

Qual foi a máxima pressão suportada pelo cinegrafista?

Dados:

$$g=10 \text{ m/s}^2$$

$$d_{\text{água}} = 1.10^3 \text{ kg/m}^3$$

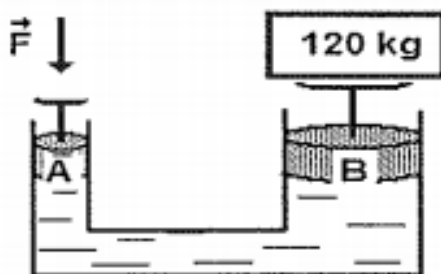
$$P_{\text{atmosférica}} = 1.10^5 \text{ N/m}^2$$

- a)  $1.10^5 \text{ N/m}^2$
- b)  $2.10^5 \text{ N/m}^2$
- c)  $3.10^5 \text{ N/m}^2$
- d)  $4.10^5 \text{ N/m}^2$
- e)  $5.10^5 \text{ N/m}^2$



**24.(EAM 2016)**

Observe a figura abaixo.



O esquema acima representa um dispositivo, que utiliza o Princípio de Pascal como base para o seu funcionamento.

O êmbolo "A" tem  $30 \text{ cm}^2$  de área e o êmbolo "B", um valor que corresponde ao quádruplo da área do êmbolo "A". Considerando que a gravidade local seja igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , é correto afirmar que a força "F" vale:

- a) 240N
- b) 120N
- c) 60N
- d) 30N
- e) 24N

**25.(EAM 2015)**

Sabe-se que um mergulhador em uma manobra de exercício está flutuando sobre a água. Ao inspirar o ar e mantê-lo em seus pulmões, o mesmo eleva-se em relação ao nível da água. Esse fato pode ser explicado:

- a) Pelo aumento de água deslocada.
- b) Pelo aumento do empuxo da água.
- c) Pela diminuição da densidade do mergulhador.
- d) Pela diminuição da densidade da água.
- e) Pela diminuição da massa do mergulhador.

**26. (EEAR 2014)**

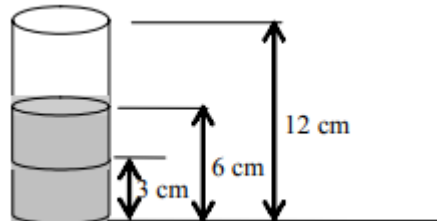
Em sua célebre experiência Torricelli demonstrou que a pressão atmosférica, ao nível do mar, equivale a pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura. Um aluno de Física, em uma localidade ao nível do mar, fez uma experiência similar à de Torricelli, porém, ao invés de utilizar o mercúrio ( $d_{\text{Hg}}=13,6 \text{ g/cm}^3$ ) utilizou um líquido de densidade absoluta d. Nestas condições, a altura da coluna do líquido atingiu 206 cm, qual a densidade d, aproximada, em  $\text{g/cm}^3$ , deste líquido?

- a) 5,0
- b) 7,0
- c) 10,0
- d) 13,6

**27. (EEAR 2014)**

Em um cilindro, graduado em cm, estão colocados três líquidos imiscíveis, com densidades iguais a  $1,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  e  $0,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ . As alturas dos líquidos em relação a base do cilindro estão anotadas na figura. Qual a pressão, em Pa, exercida, exclusivamente, pelos líquidos no fundo do cilindro?

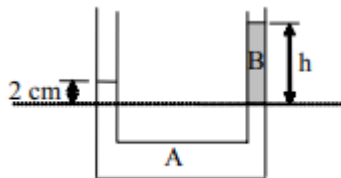
Obs.: adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a) 198
- b) 1200
- c) 1546
- d) 1980

**28. (EEAR 2014)**

Um tubo em U, com as extremidades abertas contém dois líquidos imiscíveis, conforme mostrado na figura. Sabendo que a densidade de um dos líquidos é quatro vezes maior que a do outro, qual a altura  $h$ , em cm, da coluna do líquido B?



- a) 0,25
- b) 2
- c) 4
- d) 8

**29. (EEAR 2013)**

A prensa hidráulica é uma das aplicações do Princípio de Pascal. Um corpo, de massa 800 kg, é colocado sobre o êmbolo de área maior ( $S_2$ ) de uma prensa hidráulica. Qual deve ser o valor da razão entre  $\frac{S_2}{S_1}$  para que ao se aplicar uma força de 20 N no êmbolo menor de área  $S_1$ , o corpo descrito acima fique em equilíbrio?

Dado: aceleração da gravidade no local igual a  $10 \text{ m/s}^2$

- a) 40
- b) 400

- c) 1600
- d) 16000

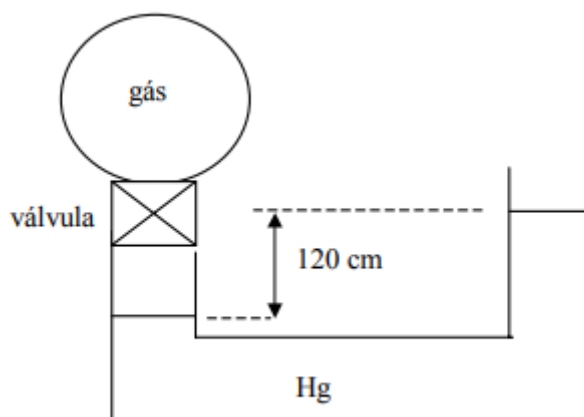
**30. (EEAR 2007)**

Considere um objeto totalmente imerso em um líquido e em equilíbrio. Podemos afirmar corretamente que

- a) o vetor peso é igual ao vetor empuxo.
- b) não há forças atuando sobre o objeto.
- c) o módulo do peso é igual ao do empuxo.
- d) a força resultante sobre o objeto tem módulo não nulo.

**31. (EEAR 2008)**

Um gás está confinado em um recipiente que se encontra num local onde a pressão atmosférica vale 76 cmHg. Ao conectarmos um manômetro de mercúrio de tubo aberto no recipiente, para medirmos a pressão do gás, e abrindo a válvula, percebemos que a coluna líquida de mercúrio no manômetro variou 120 cm, como indica a figura. Assim, podemos concluir que a pressão do gás, em cmHg, vale



- a) 44
- b) 120
- c) 196
- d) 212

**32. (EEAR 2010)**

Um corpo apresenta 80N de peso aparente quando mergulhado totalmente na água. Se o peso real desse corpo vale 120N, então sua densidade em kg/l, é igual a

Dado: densidade da água igual a 1kg/l.

- a) 3,0

- b) 0,3
- c) 0,03
- d) 0,003

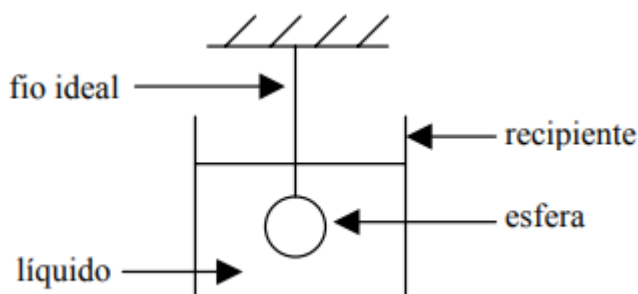
### 33. (EEAR 2012)

Uma esfera metálica de massa igual a 500 g e volume de  $50 \text{ cm}^3$  está presa por um fio ideal e imersa em um líquido dentro de um recipiente, conforme o desenho.

Nessas condições, a tração no fio é de \_\_\_\_\_ newtons.

Considere

- 1- que a esfera está em equilíbrio;
- 2- a densidade do líquido igual a  $1 \text{ g/cm}^3$ ;
- 3- a aceleração da gravidade local igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .



- a) 5,0
- b) 4,5
- c) 5,5
- d) 0,0

### 34. (EEAR 2012)

Assinale a alternativa que completa corretamente a lacuna do texto a seguir. Um aluno afirma que uma amostra de 10 g de água pura sempre terá uma densidade igual a  $1 \text{ g/cm}^3$ . O seu professor de física procura corrigi-lo afirmando, corretamente, que a densidade dessa amostra é sempre  $1 \text{ g/cm}^3$  \_\_\_\_\_

- a) devido à gravidade ser constante.
- b) devido à massa ser sempre constante.
- c) independente da temperatura e pressão
- d) para um determinado valor de pressão e temperatura.

### 35. (EEAR 2007)

Depois de estudar o conceito de densidade (relação entre a massa de um corpo e seu volume), um aluno resolveu fazer uma experiência: construiu um barquinho de papel e o colocou sobre

uma superfície líquida. Em seguida, pôs sobre o barquinho uma carga de massa 100 g que o fez afundar 1cm. Esse resultado fez o aluno concluir, corretamente que, para um outro barquinho de papel, com o dobro da área de contato com o líquido, afundar igualmente 1 cm, deve-se colocar uma carga, cuja massa, em gramas, valha

- a) 50
- b) 100
- c) 200
- d) 250

### 36. (EEAR 2008)

Considere um manômetro, de tubo aberto, em que um dos ramos está conectado a um recipiente fechado que contém um determinado gás. Sabendo-se que, ao invés de mercúrio, o manômetro contém um líquido cuja densidade é igual a  $10^3 \text{ kg/m}^3$  e que sua leitura indica que uma coluna de 0,2 m desse líquido equilibra a pressão do gás em um local onde a pressão atmosférica vale  $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  e a aceleração da gravidade local vale  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a pressão do gás é de \_\_\_\_\_ Pa.

- a)  $0,2 \times 10^5$
- b)  $1,2 \times 10^5$
- c)  $0,02 \times 10^5$
- d)  $1,02 \times 10^5$

### 37. (EEAR 2008)

Ao filósofo grego Arquimedes é atribuída a descoberta do conceito de empuxo; assim, todo corpo parcial ou totalmente imerso num líquido está submetido à ação de duas forças: o peso  $\vec{P}$  e o empuxo  $\vec{E}$ . Portanto, é correto afirmar, no caso de um corpo imerso totalmente em um líquido, e que ali permaneça em repouso, que as forças que atuam sobre ele podem ser, corretamente, expressas da seguinte maneira:

- a)  $P < E$
- b)  $P > E$
- c)  $\vec{P} - \vec{E} = 0$
- d)  $\vec{P} + \vec{E} = 0$

### 38. (EEAR 2009)

Um pescador de ostras mergulha a 40 m de profundidade da superfície da água do mar. Que pressão absoluta, em  $10^5 \text{ Pa}$ , o citado mergulhador suporta nessa profundidade?

Dados:

Pressão atmosférica =  $10^5 \text{ N/m}^2$

Densidade da água do mar =  $1,03 \text{ g/cm}^3$



Aceleração da gravidade no local =  $10 \text{ m/s}^2$

- a) 4,12
- b) 5,12
- c) 412,0
- d) 512,0

### 39. (EEAR 2009)

Uma substância desconhecida apresenta densidade igual a  $10 \text{ g/cm}^3$ . Qual o volume, em litros, ocupado por um cilindro feito dessa substância cuja massa é de  $200 \text{ kg}$ ?

- a) 0,2
- b) 2,0
- c) 20,0
- d) 200,0

### 40. (EEAR 2009)

Um garoto percebeu que seu barômetro acusava  $76 \text{ cmHg}$ , quando se encontrava na parte térrea de um prédio. Ao subir no telhado desse prédio constatou que o barômetro acusava  $75 \text{ cmHg}$ . Dessa forma é possível considerar corretamente que a altura, em metros, do prédio vale:

Considere: A aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

A densidade do ar, suposta constante, igual a  $0,00136 \text{ g/cm}^3$ .

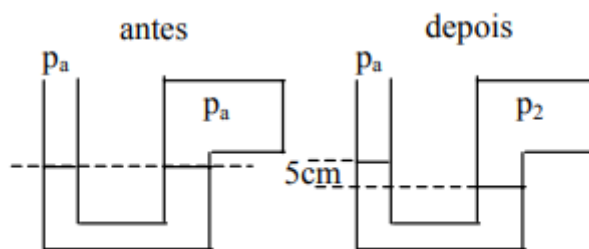
A densidade do mercúrio igual a  $13,6 \text{ g/cm}^3$ .

- a) 50
- b) 100
- c) 150
- d) 10000

### 41. (EEAR 2010)

Um tubo em “U” contendo um líquido, de densidade igual a  $20 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , tem uma extremidade conectada a um recipiente que contém um gás e a outra em contato com o ar atmosférico a pressão de  $10^5 \text{ Pa}$ . Após uma transformação termodinâmica nesse gás, o nível do líquido em contato com o mesmo fica  $5 \text{ cm}$  abaixo do nível da extremidade em contato com o ar atmosférico, conforme figura. A pressão final no gás, em  $10^5 \text{ Pa}$ , é de Considere: aceleração da gravidade no local igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .





- a) 0,4.
- b) 0,6.
- c) 1,1.
- d) 1,5.

#### 42. (EEAR 2011)

Num recipiente cilíndrico, cuja área da base é igual a  $3 \text{ cm}^2$ , coloca-se 408 gramas de mercúrio. Sabendo-se que a densidade do mercúrio vale  $13,6 \text{ g/cm}^3$  e que a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ , determine, em pascal (Pa), a pressão no fundo do recipiente, desconsiderando a pressão atmosférica local.

Dado: Considere o mercúrio um líquido ideal e em repouso.

- a) 13600.
- b) 22300.
- c) 33400.
- d) 62000.

#### 43. (EEAR 2011)

Em hidrostática, pressão é uma grandeza física

- a) escalar, diretamente proporcional à área.
- b) vetorial, diretamente proporcional à área.
- c) escalar, inversamente proporcional à área.
- d) vetorial, inversamente proporcional à área.

#### 44. (EEAR 2010)

Um mergulhador submerso no oceano, constata, mediante consulta a um manômetro, preso em seu pulso, que está submetido a uma pressão absoluta de 276 cmHg. Sendo assim, a profundidade, em relação à superfície do oceano na qual o mergulhador se encontra submerso vale \_\_\_\_ metros.

Observações:

- 1 – Considere a água do oceano um fluido ideal e em repouso;
- 2 – Admita a pressão atmosférica na superfície do oceano igual a 76 cmHg;
- 3 – Adote a densidade do mercúrio igual a  $13,6 \text{ g/cm}^3$ ;



4 – Considere a densidade da água do oceano igual a  $1 \text{ g/cm}^3$ ; e

5 – Admita a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

- a) 13,6.
- b) 22,4.
- c) 27,2.
- d) 36,5.

#### 45. (EEAR 2014)

Na distribuição de água potável em uma cidade, utiliza-se um grande reservatório situado em um local elevado, e deste reservatório saem os canos que estão ligados às caixas d'água das residências em níveis abaixo deste. Esta forma de distribuição é explicada pelo princípio de \_\_\_\_\_ ou dos vasos comunicantes.

- a) Pascal
- b) Stevin
- c) Clapeyron
- d) Arquimedes

#### 46. (EEAR 2014)

Da conhecida experiência de Torricelli originou-se o Barômetro de mercúrio, que por sua vez foi usado para determinar a atmosfera padrão, ao nível do mar, ou seja,  $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$ .

Sabendo que a densidade do mercúrio é  $13,6 \text{ g/cm}^3$  e que em um outro barômetro foi utilizado um óleo com densidade de  $0,76 \text{ g/cm}^3$ , a altura indicada por esse novo barômetro, ao nível do mar, será de \_\_\_\_ metros.

- a) 7,6
- b) 10,3
- c) 13,6
- d) 15,2

#### 47. (EEAR 2014)

Um garoto, na tentativa de entender o funcionamento dos submarinos, resolve realizar uma experiência. Para isso, ele utilizou um aquário com água, um recipiente cilíndrico de vidro com uma tampa rosqueada que o fecha hermeticamente e uma quantidade de areia.

Inicialmente o garoto fechou bem o recipiente “vazio” e o colocou no fundo do aquário. Como o recipiente estava “vazio”, ele percebeu que o mesmo subiu acelerado, até flutuar na superfície da água.

Logo após, foi colocando aos poucos, areia no recipiente, fechando-o e repetindo a experiência, até conseguir que o recipiente ficasse completamente submerso, e em equilíbrio.

Com base nos dados a seguir, calcule a quantidade de areia, em gramas, que foi necessária para atingir essa condição de equilíbrio.

Considere:

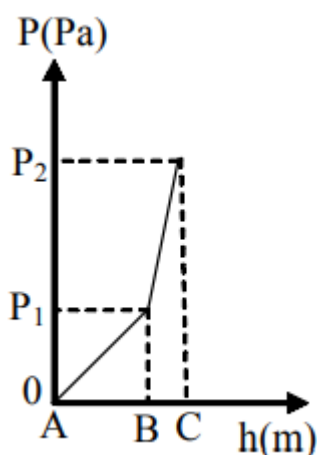
- diâmetro do recipiente: 8 cm
- altura total do recipiente (com a tampa): 10 cm
- massa total do recipiente (com a tampa): 180 g
- densidade da água:  $1 \text{ g/cm}^3$
- $\pi = 3$

- a) 180
- b) 300
- c) 480
- d) 500

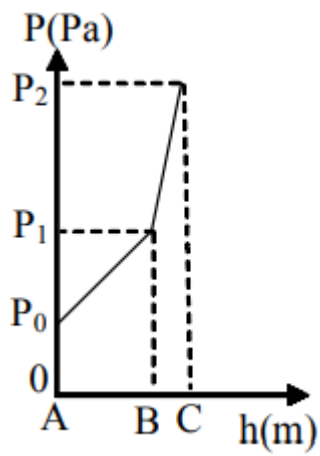
#### 48. (EEAR 2015)

Um recipiente contém dois líquidos, 1 e 2, imiscíveis e em repouso em um local onde o módulo da aceleração da gravidade é constante. Os pontos A, B e C estão, respectivamente localizados na superfície do líquido 1, na interface entre os líquidos 1 e 2 e no fundo do recipiente. A pressão atmosférica local é igual a  $P_0$ , o recipiente está aberto na parte superior e o líquido 1 está sobre o líquido 2.

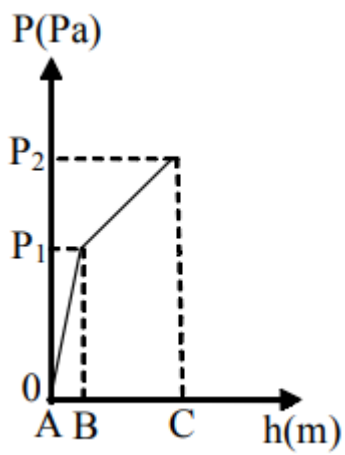
Um objeto desloca-se verticalmente do ponto A até o ponto C. Dentre as alternativas a seguir, assinale aquela em que o gráfico da pressão ( $P$ ) em função da profundidade ( $h$ ) melhor representa a pressão sobre o objeto.



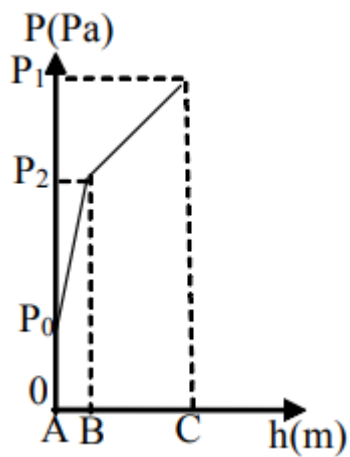
a)



b)



c)

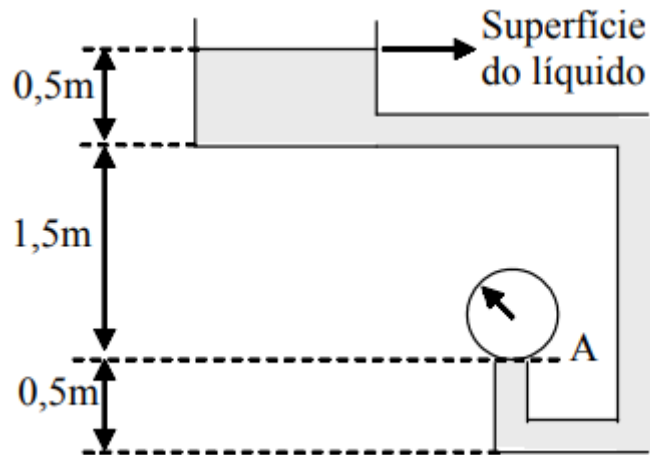


d)



**49. (EEAR 2015)**

Um sistema hidráulico é representado a seguir com algumas medidas indicando a profundidade. Nele há um líquido de densidade igual a  $10^3 \text{ kg/m}^3$  em repouso. O sistema hidráulico está em um local onde o módulo da aceleração da gravidade é igual a  $10 \text{ m/s}$ . A superfície do líquido está exposta a uma pressão atmosférica igual a  $10^5 \text{ Pa}$ . Se um manômetro (medidor de pressão) for colocado no ponto A, a pressão medida, em  $10^5 \text{ Pa}$ , nesse ponto é igual a



- a) 0,2.
- b) 1,2.
- c) 12,0.
- d) 20,0.

**50. (EEAR 2015)**

Em um líquido em repouso dentro de um recipiente fechado, as pressões nos pontos A e B são, respectivamente, iguais a  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  e  $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Se de alguma forma aumentarmos a pressão no ponto B para  $8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  e mantivermos os pontos A e B nas mesmas posições a pressão no ponto A será de \_\_\_\_\_  $\cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

- a) 2
- b) 3
- c) 5
- d) 7

## Gabarito

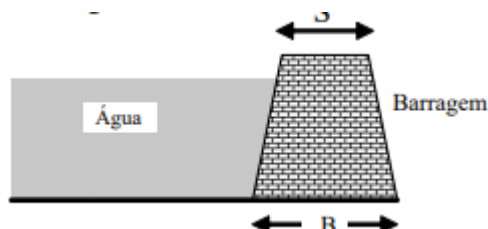
1. A	2. D	3. B	4. C	5. B
6. B	7. D	8. D	9. C	10. D
11. C	12. C	13. B	14. D	15. B
16. D	17. A	18. A	19. D	20. A
21. C	22. B	23. D	24. A	25. C/B
26. A	27. B	28. D	29. B	30. C
31. C	32. A	33. B	34. D	35. C
36. D	37. D	38. B	39. C	40. B
41. C	42. A	43. C	44. C	45. B
46. C	47. B	48. B	49. B	50. C



## Lista de Questões Resolvidas e Comentadas

### 1.(EEAR 2016)

As represas são normalmente construídas com a base da barragem (B) maior que a parte superior (S) da mesma, como ilustrado na figura abaixo.



Tal geometria na construção da barragem se deve:

- ao fato da pressão da água ser maior, quanto maior for a profundidade.
- à geometria que apresenta um melhor desempenho no escoamento da água.
- ao fato dos peixes na parte mais profunda serem maiores, causando colisões mais intensas.
- à menor massa que deve ficar na parte superior da estrutura para não esmagar a base.

#### Comentário:

Sabendo que:

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

Temos que quanto maior a profundidade, maior será o aumento de pressão.

#### Gabarito: A

### 2.(EEAR 2016)

Um garoto, brincando com seus carrinhos, montou engenhosamente um elevador hidráulico utilizando duas seringas de êmbolos com diâmetros de 1,0 cm e 2,0 cm. Ligou as duas por uma mangueira cheia de água, colocando um carrinho sobre o êmbolo de maior diâmetro. Apertou, então, o êmbolo de menor diâmetro para que o carrinho fosse levantado até determinada altura. A força que o garoto aplicou, em relação ao peso do carrinho, foi:

- duas vezes maior
- duas vezes menor.
- quatro vezes maior.
- quatro vezes menor.

#### Comentário:

Utilizando o princípio dos vasos comunicantes, temos:

$$P_{\text{êmbolo menor}} = P_{\text{êmbolo maior}}$$



Sabendo que:

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

Assim:

$$\frac{\text{Peso do Carrinho}}{\pi \cdot (1\text{cm})^2} = \frac{\text{Força}}{\pi \cdot (0,5\text{ cm})^2}$$

Logo:

$$\text{Força} = \frac{\text{Peso do Carrinho}}{4}$$

**Gabarito: D**

### 3.(EEAR 2016)

Um aluno da EEAR ao realizar o teste físico se posicionou ao solo com as mãos e os pés apoiados para executar as flexões de braço. Considerando o seu peso igual a 800N e a área apoiada no solo das mãos de 300 cm<sup>2</sup> e dos pés de 20 cm<sup>2</sup>, determine a pressão em Pascal (Pa) que o aluno exerceu sobre o solo, quando na posição para a flexão, antes de executar o exercício físico.

- a) 12500
- b) 25000
- c) 30000
- d) 50000

**Comentário:**

Sabendo que:

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

Temos que:

$$\text{Pressão} = \frac{800}{(300 + 20) \cdot 10^{-4}}$$

**OBS:** A unidade de área é em m<sup>2</sup>.

Assim:

$$\text{Pressão} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

**Gabarito: B**

### 4.(EEAR 2016)

No interior de um pneu de bicicleta a pressão é de aproximadamente 2,5.10<sup>5</sup>N/m<sup>2</sup>. Para encher o pneu até tal pressão é utilizada uma bomba cujo êmbolo possui um diâmetro de 6 cm. Qual o valor da força mínima, em N, que deve ser aplicada sobre a manivela da bomba para encher o pneu da bicicleta? (Considere π = 3).



- a) 475
- b) 575
- c) 675
- d) 775

**Comentário:**

Sabendo que:

$$Pressão = \frac{Força}{Área}$$

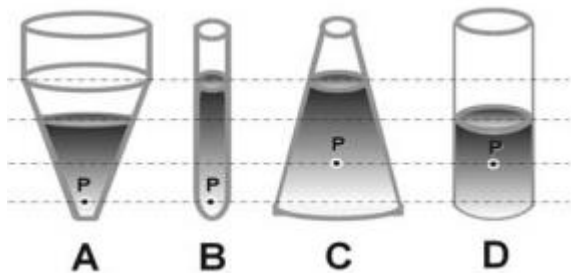
Temos:

$$2,5 \cdot 10^5 = \frac{Força}{3 \cdot (3 \cdot 10^{-2})^2}$$

$$Força = 675N$$

**Gabarito: C****5.(EEAR 2016)**

Qual dos recipientes, contendo o mesmo líquido, apresenta a maior pressão no ponto P?



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

**Comentário:**

Sabendo que:

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

Podemos concluir que pressão só depende da profundidade. Assim, observamos que **quanto maior a coluna de água acima do ponto P, maior a pressão.**

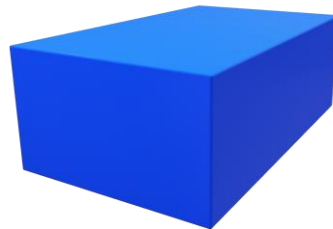




**Gabarito: B****6.(EEAR 2017)**

Um paralelepípedo de dimensões 5 x 10 x 20 cm e massa igual a 2 kg será colocado sobre uma mesa, num local onde  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . A pressão exercida pelo paralelepípedo sobre a mesa, quando apoiado sobre sua base de menor área ( $p_1$ ), em função da pressão exercida quando apoiado sobre a base de maior área ( $p_2$ ), será:

- a)  $2p_2$
- b)  $4p_2$
- c)  $\frac{p_2}{2}$
- d)  $\frac{p_2}{4}$

**Comentário:**

Área menor:

$$A = 5 \times 10 = 50 \text{ cm}^2$$

Área maior:

$$A = 10 \times 20 = 200 \text{ cm}^2$$

Assim, temos que  $p_1$ :

$$p_1 = \frac{20}{50 \cdot 10^{-4}} = 4000 \text{ N/m}^2$$

Analogamente, temos que  $p_2$ :

$$p_2 = \frac{20}{200 \cdot 10^{-4}} = 1000 \text{ N/m}^2$$

Logo:

$$p_1 = 4p_2$$



**Gabarito: B****7.(EEAR 2017)**

Uma prensa hidráulica possui ramos com áreas iguais a  $15 \text{ cm}^2$  e  $60 \text{ cm}^2$ . Se aplicarmos uma força de intensidade  $F_1 = 8 \text{ N}$  sobre o êmbolo de menor área, a força transmitida ao êmbolo de maior área será:

- a)  $\frac{F_1}{4}$
- b)  $\frac{F_1}{2}$
- c)  $2F_1$
- d)  $4F_1$

**Comentário:**

Utilizando o princípio da prensa hidráulica, temos:

$$P_{\text{êmbolo menor}} = P_{\text{êmbolo maior}}$$

Sabendo que:

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

Dessa forma:

$$\frac{8}{15} = \frac{F_2}{60}$$
$$F_2 = 32 \text{ N}$$
$$\mathbf{F_2 = 4F_1}$$

**Gabarito: D****8.(EEAR 2017)**

Um indivíduo precisou esvaziar um reservatório de água de  $1,3 \text{ m}^3$ . Para não desperdiçar a água, resolveu guardá-la em galões de capacidade  $300 \text{ dm}^3$ . Quantos galões serão necessários para conter todo o líquido do reservatório?

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5

**Comentário:**

## Do enunciado

$$V_{\text{res}} = 1,3 \text{ m}^3 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ dm}^3$$

$$V_{\text{gal}} = 300 \text{ dm}^3$$

Para a questão queremos o menor valor inteiro de K, tal que:

$$V_{\text{res}} = K \cdot V_{\text{gal}}$$

$$\Leftrightarrow 1,3 \cdot 10^3 = K \cdot 300$$

$$K = 4,333$$

Com isso, o menor valor inteiro de K é:

$$K = 5$$

**Gabarito: D****9.(EEAR 2017)**

Ao longo das estradas existem balanças de pesagem para caminhões. Um caminhoneiro teve um valor anotado de pesagem igual a 40 toneladas, correspondente a massa do caminhão juntamente com a carga. Após a pesagem, um policial rodoviário informou-o sobre o seu “excesso de peso”. O caminhoneiro questionou a informação do policial comparando a outro caminhão com massa de 50 toneladas que não havia sido multado. O policial explicou que seu caminhão tinha apenas dois eixos e que o outro tinha 3 eixos. A explicação do policial está associada ao conceito físico de:

- a) *força gravitacional*
- b) *massa específica*
- c) *pressão*
- d) *tração*

**Comentário:**

O desgaste das pistas é devido a alta **pressão** dos automóveis no solo. Dessa forma, ao analisar um caminhão com 2 eixos comparativamente a outro de 3 eixos, temos que quanto maior o número de eixos, maior é a quantidade de pontos de contato com o solo, e assim menor a pressão.

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

**10.(EEAR 2018)**

Um montanhista, após escalar uma montanha e atingir certa altitude em relação ao nível do mar, resolveu utilizar um recipiente e um fogareiro para preparar seu chocolate quente. Percebeu que no topo da montanha sua bebida parecia não tão quente quanto aquela que

preparava na praia. Sabendo que a temperatura de ebulição é diretamente proporcional à pressão externa ao líquido e considerando a constatação da temperatura feita pelo montanhista, pode-se afirmar que a pressão no topo da montanha em relação ao nível do mar, é:

- a) independente do local
- b) igual
- c) maior
- d) menor

### Comentário:

Sabendo que:

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

Temos que quanto maior a profundidade, maior será o aumento de pressão. Dessa forma, conseguimos concluir que ao subir a montanha, a pressão constatada é **menor** que a da praia.

**Gabarito: D**

---

### 11.(EEAR 2018)

O comando hidráulico de um avião possui em uma de suas extremidades um pistão de 2 cm de diâmetro e na outra extremidade um pistão de 20 cm de diâmetro. Se a força exercida por um piloto atingiu 50 N, na extremidade de menor área, qual foi a força, em newtons, transmitida na extremidade de maior diâmetro?

- a) 50
- b) 500
- c) 5000
- d) 50000

### Comentário:

Utilizando o princípio da prensa hidráulica, temos:

$$P_{\text{embolo menor}} = P_{\text{embolo maior}}$$

Sabendo que:

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

Logo:

$$\frac{50}{\pi \cdot (1\text{cm})^2} = \frac{F}{\pi \cdot (10\text{cm})^2}$$
$$\mathbf{F = 5000N}$$

**Gabarito: C**

---



**12.(EEAR 2018)**

Um operário produz placas de cimento para serem utilizadas como calçamento de jardins. Para a produção destas placas utiliza-se uma forma metálica de dimensões 20 cm x 10 cm e altura desprezível. Uma prensa hidráulica aplica sobre essa área uma pressão de 40 kPa visando compactar uma massa constituída de cimento, areia e água. A empresa resolveu reduzir as dimensões para 20 cm x 5 cm, mas mantendo a mesma força aplicada, logo o novo valor da pressão utilizada na produção das placas é de \_\_\_\_\_ kPa.

- a) 20
- b) 40
- c) 80
- d) 160

**Comentário:**

Sabendo que:

$$Pressão = \frac{Força}{Área}$$

$$Força = 40 \cdot 10^8 \cdot 200 \cdot 10^{-4} = 8 \cdot 10^7 N$$

Como a força aplicada é a mesma:

$$Pressão = \frac{8 \cdot 10^7}{100 \cdot 10^{-4}} = 8 \cdot 10^9 N/m^2$$

$$Pressão = 80 kPa$$

**Gabarito: C**

**13.(EEAR 2018)**

O valor da pressão registrada na superfície de um lago é de  $1 \cdot 10^5 N/m^2$ , que corresponde a 1 atm. Um mergulhador se encontra, neste lago, a uma profundidade na qual ele constata uma pressão de 3 atm. Sabendo que a densidade da água do lago vale  $1,0 g/cm^3$  e o módulo da aceleração da gravidade no local vale  $10,0 m/s^2$ , a qual profundidade, em metros, em relação à superfície, esse mergulhador se encontra?

- a) 10
- b) 20
- c) 30
- d) 40

**Comentário:**

Sabendo que:

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

Temos que quanto maior a profundidade, maior será o aumento de pressão. Logo:

$$(3 - 1) \cdot 10^5 = 1000 \cdot 10 \cdot \Delta h$$



$$\Delta h = 20m$$

**Gabarito: B**
**14.(EEAR 2018)**

Em um sistema de vasos comunicantes, são colocados dois líquidos imiscíveis, água com densidade de  $1,0 \text{ g/cm}^3$  e óleo com densidade de  $0,85 \text{ g/cm}^3$ . Após os líquidos atingirem o equilíbrio hidrostático, observa-se, numa das extremidades do vaso, um dos líquidos isolados, que fica a 20 cm acima do nível de separação, conforme pode ser observado na figura. Determine o valor de  $x$ , em cm, que corresponde à altura acima do nível de separação e identifique o líquido que atinge a altura  $x$ .



- a) 8,5; óleo
- b) 8,5; água
- c) 17,0; óleo
- d) 17,0; água

**Comentário:**

Utilizando o princípio dos vasos comunicantes, temos:

$$P_{\text{ênbolo menor}} = P_{\text{ênbolo maior}}$$

Sabendo que:

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

Dessa forma, temos:

$$\rho_{\text{óleo}} \cdot g \cdot (20 \text{ cm}) = \rho_{\text{água}} \cdot g \cdot (x \text{ cm})$$

$$0,85 \cdot 10 \cdot 20 = 1 \cdot 10 \cdot x$$

$$x = 17 \text{ cm}$$

Como o óleo é menos denso que a água, ele tende a permanecer **acima** da água. Portanto o líquido que atinge a altura  $x$  é a água.

**Gabarito: D**
**15.(EEAR 2019)**

A superfície de um líquido em repouso em um recipiente é sempre plana e horizontal, pois todos os seus pontos suportam a mesma pressão. Com base nessa afirmação, responda qual Lei descreve esse fenômeno físico.

- a) Lei de Pascal
- b) Lei de Stevin
- c) Lei de Torricelli



d) *Lei de Arquimedes***Comentário:**

A **lei de pascal** (ou princípio de Pascal) é a lei a qual se baseiam os vasos comunicantes, e, portanto, não se adequa à afirmação.

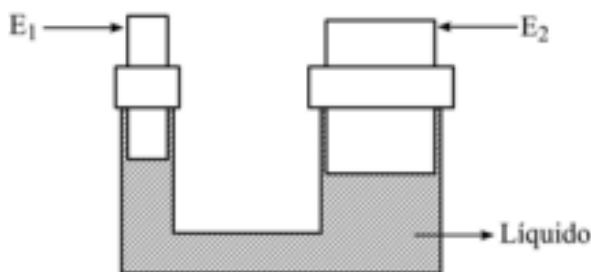
A **lei de Arquimedes** é a lei relacionada ao empuxo. (a força que atua quando um corpo é imerso em um líquido). Logo, também não se adequa à afirmação.

A **lei de Stevin** é a responsável pela análise de pressão na superfície de um líquido, exatamente como descreve a afirmação.

**Gabarito: B****16.(EEAR 2019)**

Em uma fábrica há um sistema hidráulico composto por uma tubulação preenchida totalmente com um único líquido incompressível. Conforme a figura, nesse sistema, há uma extremidade onde há um êmbolo móvel ( $E_1$ ) de área  $A_1$  e outra extremidade também com um êmbolo móvel ( $E_2$ ) cuja área é o dobro de  $A_1$ . Uma força de intensidade  $F_1$  é aplicada em  $E_1$  para erguer um objeto que exerce uma força-peso de intensidade  $F_2$  em  $E_2$ . No instante em que se aplica a força  $F_1$  em  $E_1$ , a pressão em  $E_2$  \_\_\_\_\_.

OBS: Considere que o líquido está em repouso, os êmbolos deslocam-se na vertical, não há vazamentos em nenhuma parte do sistema hidráulico e a temperatura desse sistema é constante e não interfere no funcionamento.



- a) *não se altera.*
- b) *sempre é duplicada.*
- c) *sempre é reduzida pela metade.*
- d) *sempre é aumentada em  $F_1/A_1$ .*

**Comentário:**

Utilizando o princípio dos vasos comunicantes, temos:

$$P_1 = P_2$$

Sabendo que:

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

Assim, temos:

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

Como a pressão em  $E_2$  é sempre igual a de  $E_1$ , há um aumento consecutivo de  $P_1$  em  $E_2$ .

**Gabarito: D**

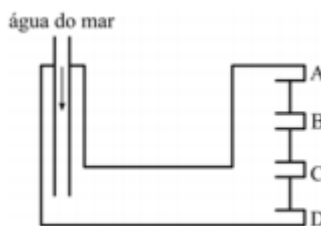
**17.(EEAR 2019)**

A figura a seguir representa, de maneira simplificada, o tanque de óleo diesel do submarino USS Pampanito da Classe Balao utilizado pela marinha americana durante a Segunda Guerra Mundial. Nesse tanque, inicialmente há somente a presença de óleo diesel. A medida que o óleo diesel é consumido, a mesma quantidade de água do mar entra no tanque por meio do tubo (representado a esquerda na figura) para manter o volume do tanque sempre totalmente ocupado e, em seguida, o tubo é fechado até o óleo ser consumido novamente. Há também uma válvula que permite apenas a saída de um dos líquidos, que não deve ser a água do mar, em direção aos motores do submarino. Essa válvula abre e fecha continuamente. Durante a abertura, a válvula permite que o óleo diesel vá para o motor em funcionamento.

Considerando:

- 1 – os líquidos imiscíveis;
- 2 – a razão entre a densidade do óleo diesel em relação a densidade da água do mar igual a 0,9;
- 3 – a válvula ainda fechada; e
- 4 – a presença dos dois líquidos, em repouso, dentro do tanque.

Assinale a alternativa que indica a posição (A, B, C ou D) que a válvula deve ser colocada para evitar que a água do mar vá para o motor e que a maior parte possível do óleo diesel seja consumida.



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

**Comentário:**

Como a razão entre as densidades do óleo e da água do mar é 0,9 temos:



$$\rho_{\text{óleo}} = 0,9 \cdot \rho_{\text{mar}}$$

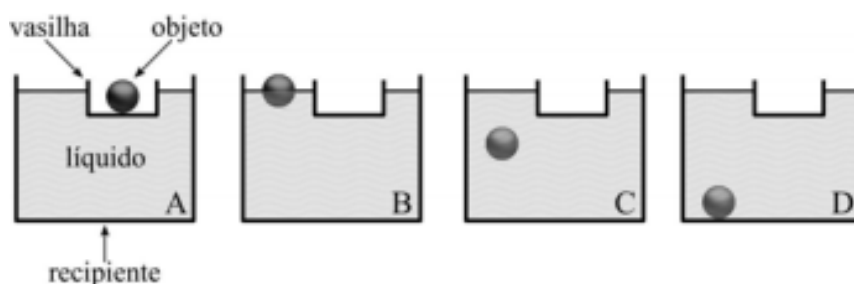
O óleo é menos denso que a água e então ficará **acima** da água do mar.

Como queremos que entre apenas óleo no motor, e já sabemos que o óleo fica acima da água, concluímos então que a melhor posição para a válvula é a “A”, pois apenas o óleo será constantemente consumido.

**Gabarito: A**

### 18.(EEAR 2020)

Dentro de um recipiente encontra-se uma vasilha flutuando sobre um líquido em repouso. No fundo dessa vasilha há um objeto maciço, homogêneo e com densidade maior que a do líquido. Olhando essa cena, um professor se imagina retirando o objeto da vasilha e abandonando-o sobre a superfície do líquido. O professor esboça quatro desenhos (A, B, C e D) que representam o objeto no fundo da vasilha (posição A) e três posições (B, C e D) do objeto durante seu deslocamento até o fundo do recipiente. O professor, propositadamente, não se preocupa em desenhar corretamente o nível do líquido. Em seguida, mostra esses desenhos aos seus alunos e pergunta a eles em qual das posições (A, B, C ou D) o volume do líquido deslocado pelo objeto é maior.



Entre as alternativas, assinale aquela que indica a resposta correta à pergunta do professor.

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

### Comentário:

Pelo princípio de Arquimedes, temos:

$$E = \rho_{\text{líquido}} \cdot V_{\text{líquido deslocado}} \cdot g$$

Contudo, ao analisar as configurações possíveis, temos que colocar o objeto dentro da vasilha aumenta a quantidade de líquido deslocado.

Tal fato é particular da posição A pois o objeto maciço é mais denso que o líquido e, aliado à vasilha, o conjunto promove um maior deslocamento de líquido, assim um maior empuxo.

**Gabarito: A**

### 19.(EEAR 2020)

A densidade é uma grandeza física que varia com a mudança da temperatura e da pressão, sendo que nos sólidos e nos líquidos essa variação é muito pequena, enquanto que nos gases

é maior. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a densidade é dada em  $\text{kg/m}^3$ , porém, é muito comum o uso do  $\text{g/cm}^3$ .

Dentre as alternativas a seguir, assinale aquela na qual está corretamente descrito o valor de  $1 \text{ g/cm}^3$  expresso em unidades do SI ( $\text{kg/m}^3$ ).

- a) 0,001
- b) 0,01
- c) 100
- d) 1000

#### Comentário:

Sabendo que:

$$1\text{m}^3 = 1000\text{dm}^3$$

$$1\text{kg} = 1000\text{g}$$

Assim, temos:

$$1\text{g/cm}^3 = 1000\text{kg/m}^3$$

**Gabarito: D**

---

#### 20.(EEAR 2006)

Após a explosão do compartimento de mísseis, o submarino russo Kursk afundou até uma profundidade de 400 m, em relação à superfície, em um ponto do Mar do Norte. A pressão absoluta sobre o casco do Kursk, nessa profundidade, era de \_\_\_\_\_ atm. Considere que, nesse local, a densidade da água do mar é igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , a pressão atmosférica é de 1 atm ( $1\text{atm} = 10^5 \text{ Pa}$ ) e que a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ .

- a) 41
- b) 40
- c) 410
- d) 400

#### Comentário:

Sabendo que:

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

Podemos concluir que:

$$\Delta P = 1000 \cdot 10 \cdot 400 = 4 \cdot 10^6 = 40 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 40 \text{ atm}$$

Porém, o submarino está sujeito à pressão atmosférica, logo:

$$P = 41 \text{ atm}$$

**Gabarito: A**

---

#### 21.(EEAR 2006)

O Mar Morto, situado na Jordânia, recebe este nome devido à alta concentração de sal dissolvido em suas águas, o que dificulta a sobrevivência de qualquer ser vivo no seu interior.



Além disso, a alta concentração salina impede qualquer pessoa de afundar em suas águas, pois a grande quantidade de sal:

- aumenta a densidade da água fazendo diminuir a intensidade do empuxo.*
- diminui a densidade da água fazendo aumentar a intensidade do empuxo.*
- aumenta a densidade da água fazendo aumentar a intensidade do empuxo.*
- apesar de não alterar nem a densidade da água e nem a intensidade do empuxo, aumenta consideravelmente a tensão superficial da água.*

### Comentário:

Pelo princípio de Arquimedes, temos:

$$E = \rho_{\text{líquido}} \cdot V_{\text{líquido deslocado}} \cdot g$$

A alta concentração de sal na água, aumenta sua densidade e, portanto, aumenta consideravelmente a intensidade do Empuxo. Tal fato permite que as pessoas flutuem com uma maior facilidade.

### Gabarito: C

---

#### 22.(EEAR 2006)

A pressão atmosférica na cidade do Rio de Janeiro é maior que a pressão atmosférica em Belo Horizonte. Considerando a densidade do ar constante e idêntica nos dois locais, a causa desta diferença de pressão deve-se à

- longitude.*
- altitude.*
- grande concentração de minério de ferro em Belo Horizonte.*
- o efeito das marés sobre a atmosfera, característico da cidade do Rio de Janeiro.*

### Comentário:

Sabendo que:

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

Portanto a **altitude** influencia no aumento ou diminuição da pressão.

### Gabarito: B

---

#### 23.(EAM 2017)

Um cinegrafista, desejando filmar a fauna marítima de uma certa localidade, mergulhou até uma profundidade de 30 metros e lá permaneceu por cerca de 15 minutos.

Qual foi a máxima pressão suportada pelo cinegrafista?

Dados:

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$d_{\text{água}} = 1.10^3 \text{ kg/m}^3$$



$$P_{\text{atmosférica}} = 1.10^5 \text{ N/m}^2$$

- a)  $1.10^5 \text{ N/m}^2$
- b)  $2.10^5 \text{ N/m}^2$
- c)  $3.10^5 \text{ N/m}^2$
- d)  $4.10^5 \text{ N/m}^2$
- e)  $5.10^5 \text{ N/m}^2$

**Comentário:**

Sabendo que:

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

Temos:

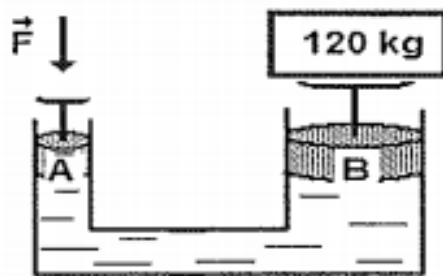
$$\Delta P = 1000 \cdot 10 \cdot 30 = 3.10^5 \text{ N/m}^2$$

Porém o cinegrafista está sujeito à pressão atmosférica também, logo:

$$P = 4.10^5 \text{ N/m}^2$$

**Gabarito: D****24.(EAM 2016)**

Observe a figura abaixo.



O esquema acima representa um dispositivo, que utiliza o Princípio de Pascal como base para o seu funcionamento.

O êmbolo “A” tem  $30 \text{ cm}^2$  de área e o êmbolo “B”, um valor que corresponde ao quádruplo da área do êmbolo “A”. Considerando que a gravidade local seja igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , é correto afirmar que a força “F” vale:

- a)  $240 \text{ N}$
- b)  $120 \text{ N}$
- c)  $60 \text{ N}$
- d)  $30 \text{ N}$
- e)  $24 \text{ N}$

**Comentário:**

Utilizando o princípio dos vasos comunicantes, temos:

$$P_A = P_B$$

Sabendo que:

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

Assim, temos:

$$P_B = \frac{1200N}{150cm^2}$$

$$P_A = \frac{F}{30cm^2}$$

$$\frac{F}{30} = \frac{1200}{150} \rightarrow F = 240N$$

**Gabarito: A**

## 25.(EAM 2015)

Sabe-se que um mergulhador em uma manobra de exercício está flutuando sobre a água. Ao inspirar o ar e mantê-lo em seus pulmões, o mesmo eleva-se em relação ao nível da água. Esse fato pode ser explicado:

- Pelo aumento de água deslocada.
- Pelo aumento do empuxo da água.
- Pela diminuição da densidade do mergulhador.
- Pela diminuição da densidade da água.
- Pela diminuição da massa do mergulhador.

### Comentário:

- Inspirar o ar não aumenta o peso da água deslocada, pois o mesmo não interfere no mergulhador.
- Para analisarmos o empuxo, devemos ter em mente a seguinte equação:

$$\text{Empuxo} = \text{densidade} \cdot \text{VolumeDeslocado} \cdot \text{gravidade};$$

Assim o empuxo sobre o mergulhador aumenta se aumentarmos o volume de água deslocado, o que ocorre quando aumentamos o volume de ar em nossos pulmões.

- A densidade do mergulhador diminui, pois ao inspirar ele aumenta a proporção de ar em relação ao seu corpo. Como o ar é menos denso que o mergulhador, a densidade do mergulhador diminui.



- d) A densidade da água permanece a mesma pelo mesmo motivo supracitado.
- e) A massa do mergulhador permanece a mesma, pois ele não se desfaz de nenhum equipamento (por exemplo).

Desta forma, não encontramos uma única resposta para a questão.

**Gabarito: B e C ANULADA!**

### 26. (EEAR 2014)

Em sua célebre experiência Torricelli demonstrou que a pressão atmosférica, ao nível do mar, equivale a pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura. Um aluno de Física, em uma localidade ao nível do mar, fez uma experiência similar à de Torricelli, porém, ao invés de utilizar o mercúrio ( $d_{Hg}=13,6 \text{ g/cm}^3$ ) utilizou um líquido de densidade absoluta  $d$ . Nestas condições, a altura da coluna do líquido atingiu 206 cm, qual a densidade  $d$ , aproximada, em  $\text{g/cm}^3$ , deste líquido?

- a) 5,0  
b) 7,0  
c) 10,0  
d) 13,6

#### Comentário:

Como devem medir a mesma pressão:

$$p_{Hg} = p_1$$

$$d_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} = d_1 \cdot g \cdot h_1$$

$$13,6 \cdot 760 \cdot 10^{-3} = d \cdot 206 \cdot 10^{-2}$$

$$d = 5,02 \text{ g/cm}^3$$

$$d = 5,0 \text{ g/cm}^3$$

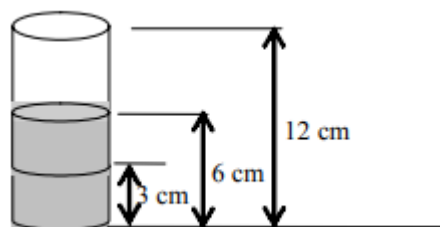
**Gabarito: A**

### 27. (EEAR 2014)

Em um cilindro, graduado em cm, estão colocados três líquidos imiscíveis, com densidades iguais a  $1,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  e  $0,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ . As alturas dos líquidos em relação a base do cilindro estão anotadas na figura. Qual a pressão, em Pa, exercida, exclusivamente, pelos líquidos no fundo do cilindro?

Obs.: adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$





- a) 198
- b) 1200
- c) 1546
- d) 1980

**Comentário:**

Sabendo que o líquido com a maior densidade é o que fica na parte mais baixa do recipiente, temos que:

$$p_{Fundo} = p_1 + p_2 + p_3$$

$$p_{Fundo} = d_1 \cdot g \cdot h_1 + d_2 \cdot g \cdot h_2 + d_3 \cdot g \cdot h_3$$

$$p_{Fundo} = 1,4 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^{-2} + 10^3 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^{-2} + 0,8 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 10^{-2}$$

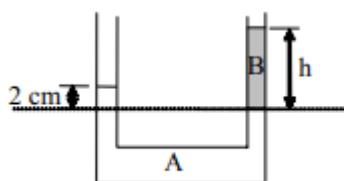
$$p_{Fundo} = 420 + 300 + 480$$

$$p_{Fundo} = 1200 \text{ Pa}$$

**Gabarito: B**

**28. (EEAR 2014)**

Um tubo em U, com as extremidades abertas contém dois líquidos imiscíveis, conforme mostrado na figura. Sabendo que a densidade de um dos líquidos é quatro vezes maior que a do outro, qual a altura h, em cm, da coluna do líquido B?



- a) 0,25
- b) 2
- c) 4
- d) 8

**Comentário:**



Sabendo que o líquido com a maior densidade é o que fica na parte mais baixa do recipiente, temos que:

$$d_A = 4 \cdot d_B$$

Analisando a pressão na linha do enunciado, temos:

$$p_A = p_B$$

$$d_A \cdot g \cdot h_A = d_B \cdot g \cdot h_B$$

$$4 \cdot d_B \cdot 2 \cdot 10^{-2} = d_B \cdot h_B$$

$$8 \cdot 10^{-2} = h_B$$

$$h_B = 8 \text{ cm}$$

**Gabarito: D**

---

### 29. (EEAR 2013)

A prensa hidráulica é uma das aplicações do Princípio de Pascal. Um corpo, de massa 800 kg, é colocado sobre o êmbolo de área maior ( $S_2$ ) de uma prensa hidráulica. Qual deve ser o valor da razão entre  $\frac{S_2}{S_1}$  para que ao se aplicar uma força de 20 N no êmbolo menor de área  $S_1$ , o corpo descrito acima fique em equilíbrio?

Dado: aceleração da gravidade no local igual a  $10 \text{ m/s}^2$

- a) 40
- b) 400
- c) 1600
- d) 16000

### Comentário:

Sabendo que as pressões nos êmbolos são iguais, temos:

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$\frac{20}{S_1} = \frac{8000}{S_2}$$

$$\frac{S_2}{S_1} = 400$$

**Gabarito: B**

---





**30. (EEAR 2007)**

Considere um objeto totalmente imerso em um líquido e em equilíbrio. Podemos afirmar corretamente que

- a) o vetor peso é igual ao vetor empuxo.
- b) não há forças atuando sobre o objeto.
- c) o módulo do peso é igual ao do empuxo.
- d) a força resultante sobre o objeto tem módulo não nulo.

**Comentário:**

Como o objeto está em equilíbrio, temos que:

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\vec{P} + \vec{E} = 0$$

Analisando os módulos, temos que:

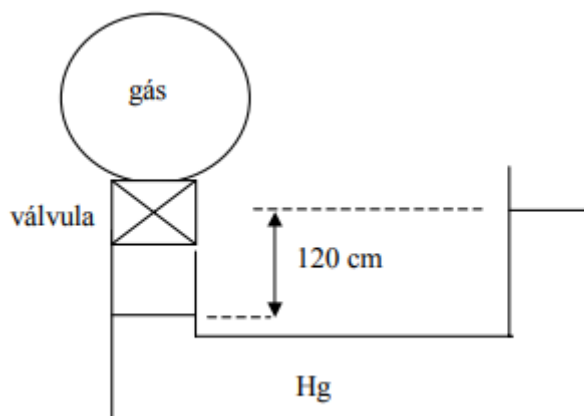
$$P = E$$

O que nos dá a alternativa sendo a letra C.

**Gabarito: C**

**31. (EEAR 2008)**

Um gás está confinado em um recipiente que se encontra num local onde a pressão atmosférica vale 76 cmHg. Ao conectarmos um manômetro de mercúrio de tubo aberto no recipiente, para medirmos a pressão do gás, e abrindo a válvula, percebemos que a coluna líquida de mercúrio no manômetro variou 120 cm, como indica a figura. Assim, podemos concluir que a pressão do gás, em cmHg, vale



- a) 44
- b) 120
- c) 196
- d) 212

**Comentário:**

Analisando o líquido no contato entre o gás e o líquido e igualando a pressão do outro lado no mesmo nível, temos que:

$$p_G = p_{ATM} + p_H$$

$$p_G = 76 + 120$$

$$p_G = 196 \text{ cmHg}$$

**Gabarito: C****32. (EEAR 2010)**

Um corpo apresenta 80N de peso aparente quando mergulhado totalmente na água. Se o peso real desse corpo vale 120N, então sua densidade em kg/l, é igual a

Dado: densidade da água igual a 1kg/l.

- a) 3,0
- b) 0,3
- c) 0,03
- d) 0,003

**Comentário:**

Sabendo que o peso aparente é dado por:

$$P_{AP} = P - E$$

$$80 = 120 - E$$

$$E = 40 \text{ N}$$

Sabendo que o empuxo e o peso são dados por:

$$E = \rho \cdot g \cdot V$$

$$P = d \cdot g \cdot V$$

Com isso, temos:

$$\frac{P}{E} = \frac{d}{\rho} = \frac{120}{40}$$

Do enunciado:

$$\rho = 1 \text{ kg / l}$$

Portanto:

$$d = 3 \text{ kg / l}$$

**Gabarito: A**

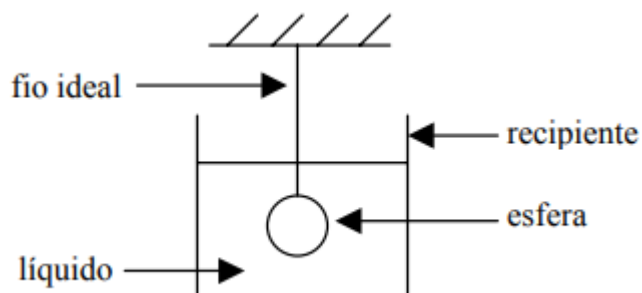
**33. (EEAR 2012)**

Uma esfera metálica de massa igual a 500 g e volume de 50 cm<sup>3</sup> está presa por um fio ideal e imersa em um líquido dentro de um recipiente, conforme o desenho.

Nessas condições, a tração no fio é de \_\_\_\_\_ newtons.

Considere

- 1- que a esfera está em equilíbrio;
- 2- a densidade do líquido igual a 1g/cm<sup>3</sup>;
- 3- a aceleração da gravidade local igual a 10 m/s<sup>2</sup>.



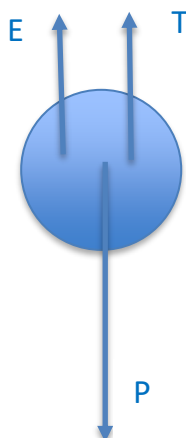
- a) 5,0
- b) 4,5
- c) 5,5
- d) 0,0

**Comentário:**

Do enunciado

$$d = 1 \text{ g / cm}^3 = 10^3 \text{ kg / m}^3$$

Analisando as forças na esfera:



Com isso:

$$P = T + E$$

$$T = 500 \cdot 10^{-3} \cdot 10 - 10^3 \cdot 10 \cdot 50 \cdot 10^{-6}$$

$$T = 5 - 0,5$$

$$T = 4,5 \text{ N}$$

**Gabarito: B**

---

### 34. (EEAR 2012)

Assinale a alternativa que completa corretamente a lacuna do texto a seguir. Um aluno afirma que uma amostra de 10 g de água pura sempre terá uma densidade igual a 1 g/cm<sup>3</sup>. O seu professor de física procura corrigi-lo afirmando, corretamente, que a densidade dessa amostra é sempre 1 g/cm<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

- a) devido à gravidade ser constante.
- b) devido à massa ser sempre constante.
- c) independente da temperatura e pressão
- d) para um determinado valor de pressão e temperatura.

#### Comentário:

Sabendo que a densidade não depende da gravidade, temos que a alternativa A está incorreta. Aliado a isso, como o volume varia com a mudança da temperatura e da pressão, temos que a densidade depende desses fatores. Sendo assim, a letra D é a alternativa correta.

**Gabarito: B**

---

### 35. (EEAR 2007)

Depois de estudar o conceito de densidade (relação entre a massa de um corpo e seu volume), um aluno resolveu fazer uma experiência: construiu um barquinho de papel e o colocou sobre uma superfície líquida. Em seguida, pôs sobre o barquinho uma carga de massa 100 g que o fez afundar 1cm. Esse resultado fez o aluno concluir, corretamente que, para um outro barquinho de papel, com o dobro da área de contato com o líquido, afundar igualmente 1 cm, deve-se colocar uma carga, cuja massa, em gramas, valha

- a) 50
- b) 100
- c) 200
- d) 250

#### Comentário:



Analisando o equilíbrio inicial:

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\vec{P} + \vec{E} = 0$$

Analisando os módulos, temos que:

$$P = E$$

$$m \cdot g = d \cdot g \cdot h \cdot A$$

$$100 \cdot 10^{-3} = d \cdot 10^{-2} \cdot A$$

$$d \cdot A = 10$$

Analogamente, analisando o equilíbrio final:

$$P = E$$

$$M \cdot g = d \cdot g \cdot h \cdot A'$$

$$M = d \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot A$$

Da análise inicial:

$$M = 20 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$$

$$M = 200 \text{ g}$$

**Gabarito: C**

### 36. (EEAR 2008)

Considere um manômetro, de tubo aberto, em que um dos ramos está conectado a um recipiente fechado que contém um determinado gás. Sabendo-se que, ao invés de mercúrio, o manômetro contém um líquido cuja densidade é igual a  $10^3 \text{ kg/m}^3$  e que sua leitura indica que uma coluna de 0,2 m desse líquido equilibra a pressão do gás em um local onde a pressão atmosférica vale  $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  e a aceleração da gravidade local vale  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a pressão do gás é de \_\_\_\_\_ Pa.

- a)  $0,2 \times 10^5$
- b)  $1,2 \times 10^5$
- c)  $0,02 \times 10^5$
- d)  $1,02 \times 10^5$

**Comentário:**

Sabendo que:

$$\textit{pressão total} = \textit{pressão atmosférica} + \textit{pressão hidrostática}$$

$$p_G = p_{ATM} + p_H$$

Dos dados do enunciado:

$$p_G = 1 \cdot 10^5 + d \cdot g \cdot h$$



$$p_G = 1 \cdot 10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 0,2$$

$$p_G = 1 \cdot 10^5 + 0,02 \cdot 10^5$$

$$p_G = 1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

**Gabarito: D**

### 37. (EEAR 2008)

Ao filósofo grego Arquimedes é atribuída a descoberta do conceito de empuxo; assim, todo corpo parcial ou totalmente imerso num líquido está submetido à ação de duas forças: o peso  $\vec{P}$  e o empuxo  $\vec{E}$ . Portanto, é correto afirmar, no caso de um corpo imerso totalmente em um líquido, e que ali permaneça em repouso, que as forças que atuam sobre ele podem ser, corretamente, expressas da seguinte maneira:

e)  $P < E$

f)  $P > E$

g)  $\vec{P} - \vec{E} = 0$

h)  $\vec{P} + \vec{E} = 0$

#### Comentário:

Analisando o equilíbrio inicial:

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\vec{P} + \vec{E} = 0$$

**Gabarito: D**

### 38. (EEAR 2009)

Um pescador de ostras mergulha a 40 m de profundidade da superfície da água do mar. Que pressão absoluta, em  $10^5$  Pa, o citado mergulhador suporta nessa profundidade?

Dados:

Pressão atmosférica =  $10^5$  N/m<sup>2</sup>

Densidade da água do mar = 1,03 g/cm<sup>3</sup>

Aceleração da gravidade no local = 10 m/s<sup>2</sup>

a) 4,12

b) 5,12

c) 412,0

d) 512,0

#### Comentário:

De conhecimentos prévios temos que:

$$d = 1,03 \text{ g/cm}^3 = 1,03 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Sabendo que:

$$\text{pressão total} = \text{pressão atmosférica} + \text{pressão hidrostática}$$



$$\begin{aligned}
 p_G &= p_{ATM} + p_H \\
 p_G &= 1 \cdot 10^5 + d \cdot g \cdot h \\
 p_G &= 1 \cdot 10^5 + 1,03 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 40 \\
 p_G &= 1 \cdot 10^5 + 4,12 \cdot 10^5 \\
 p_G &= 5,12 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

**Gabarito: B**

---

### 39. (EEAR 2009)

Uma substância desconhecida apresenta densidade igual a  $10 \text{ g/cm}^3$ . Qual o volume, em litros, ocupado por um cilindro feito dessa substância cuja massa é de  $200 \text{ kg}$ ?

- a) 0,2
- b) 2,0
- c) 20,0
- d) 200,0

#### Comentário:

De conhecimentos prévios temos que:

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$$

Sabendo que:

$$\begin{aligned}
 d &= \frac{m}{V} \\
 10 &= \frac{200 \cdot 10^3}{V} \\
 V &= 20 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 \\
 V &= 20 \text{ dm}^3 \\
 V &= 20 \text{ l}
 \end{aligned}$$

**Gabarito: C**

---

### 40. (EEAR 2009)

Um garoto percebeu que seu barômetro acusava  $76 \text{ cmHg}$ , quando se encontrava na parte térrea de um prédio. Ao subir no telhado desse prédio constatou que o barômetro acusava  $75 \text{ cmHg}$ . Dessa forma é possível considerar corretamente que a altura, em metros, do prédio vale:

Considere: A aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

A densidade do ar, suposta constante, igual a  $0,00136 \text{ g/cm}^3$ .

A densidade do mercúrio igual a  $13,6 \text{ g/cm}^3$ .



- a) 50
- b) 100
- c) 150
- d) 10000

**Comentário:**

Do enunciado:

$$p_i = 76 \text{ cmHg}$$

$$p_f = 75 \text{ cmHg}$$

Então temos que a diferença de pressões é dada por:

$$\Delta p = 1 \text{ cmHg}$$

Ou seja, corresponde a uma altura de 1 cm no mercúrio

Portanto:

$$\Delta p_{AR} = \Delta p_{Hg}$$

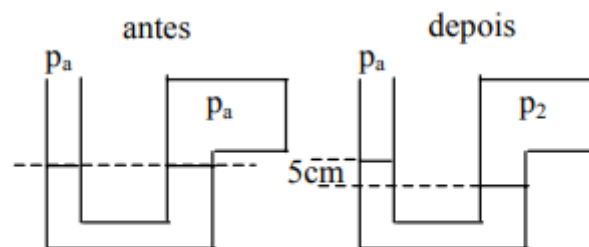
$$d_{AR} \cdot g \cdot h = d_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg}$$

$$0,00136 \cdot h = 13,6 \cdot 1 \cdot 10^{-2}$$

$$h = 100 \text{ m}$$

**Gabarito: B****41. (EEAR 2010)**

Um tubo em “U” contendo um líquido, de densidade igual a  $20 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , tem uma extremidade conectada a um recipiente que contém um gás e a outra em contato com o ar atmosférico a pressão de  $10^5 \text{ Pa}$ . Após uma transformação termodinâmica nesse gás, o nível do líquido em contato com o mesmo fica 5 cm abaixo do nível da extremidade em contato com o ar atmosférico, conforme figura. A pressão final no gás, em  $10^5 \text{ Pa}$ , é de

Considere: aceleração da gravidade no local igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

- a) 0,4.
- b) 0,6.
- c) 1,1.
- d) 1,5.

**Comentário:**

Analisando o líquido no contato entre o gás e o líquido e igualando a pressão do outro lado no mesmo nível, temos que:





$$\begin{aligned}
 p_2 &= p_A + p_H \\
 p_2 &= p_A + d \cdot g \cdot h \\
 p_2 &= 10^5 + 20 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \\
 p_2 &= 10^5 + 0,1 \cdot 10^5 \\
 p_2 &= 1,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$

**Gabarito: C**

---

#### 42. (EEAR 2011)

Num recipiente cilíndrico, cuja área da base é igual a  $3 \text{ cm}^3$ , coloca-se 408 gramas de mercúrio. Sabendo-se que a densidade do mercúrio vale  $13,6 \text{ g/cm}^3$  e que a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ , determine, em pascal (Pa), a pressão no fundo do recipiente, desconsiderando a pressão atmosférica local.

Dado: Considere o mercúrio um líquido ideal e em repouso.

- a) 13600.
- b) 22300.
- c) 33400.
- d) 62000.

#### Comentário:

Sabendo que:

$$\begin{aligned}
 p &= d \cdot g \cdot h \\
 p &= \frac{d \cdot g \cdot h \cdot A}{A} \\
 p &= \frac{d \cdot g \cdot V}{A} = \frac{m \cdot g}{A} \\
 p &= \frac{408 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{3 \cdot 10^{-4}} \\
 p &= 13600 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$

**Gabarito: A**

---

#### 43. (EEAR 2011)

Em hidrostática, pressão é uma grandeza física

- a) escalar, diretamente proporcional à área.
- b) vetorial, diretamente proporcional à área.
- c) escalar, inversamente proporcional à área.
- d) vetorial, inversamente proporcional à área.

#### Comentário:



Sabendo que a pressão é uma grandeza escalar, as alternativas B e C estão erradas.

Da fórmula da pressão, temos:

$$p = \frac{F}{A}$$

Logo, é inversamente proporcional à área.

Portanto, a alternativa correta é a letra C.

**Gabarito: C**

#### 44. (EEAR 2010)

Um mergulhador submerso no oceano, constata, mediante consulta a um manômetro, preso em seu pulso, que está submetido a uma pressão absoluta de 276 cmHg. Sendo assim, a profundidade, em relação à superfície do oceano na qual o mergulhador se encontra submerso vale \_\_\_\_ metros.

Observações:

- 1 – Considere a água do oceano um fluido ideal e em repouso;
- 2 – Admita a pressão atmosférica na superfície do oceano igual a 76 cmHg;
- 3 – Adote a densidade do mercúrio igual a 13,6 g/cm<sup>3</sup>;
- 4 – Considere a densidade da água do oceano igual a 1 g/cm<sup>3</sup>; e
- 5 – Admita a aceleração da gravidade igual a 10 m/s<sup>2</sup>.

- a) 13,6.
- b) 22,4.
- c) 27,2.
- d) 36,5.

#### Comentário:

Calculando a pressão hidrostática naquele ponto:

*pressão total = pressão atmosférica + pressão hidrostática*

$$p_T = p_{ATM} + p_{Hg}$$

$$276 = 76 + p_{Hg}$$

$$p_{Hg} = 200 \text{ cmHg}$$

Sabendo que a pressão de 200 cmHg corresponde a uma pressão exercida por uma coluna de 200 cm feita de mercúrio. Portanto:

$$p_{Hg} = p_{Água}$$

$$d_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} = d_{Água} \cdot g \cdot h_{Água}$$



$$13,6 \cdot 200 \cdot 10^{-2} = 1 \cdot h$$

$$h = 27,2 \text{ m}$$

**Gabarito: C**

---

**45. (EEAR 2014)**

Na distribuição de água potável em uma cidade, utiliza-se um grande reservatório situado em um local elevado, e deste reservatório saem os canos que estão ligados às caixas d'água das residências em níveis abaixo deste. Esta forma de distribuição é explicada pelo princípio de \_\_\_\_\_ ou dos vasos comunicantes.

- a) Pascal
- b) Stevin
- c) Clapeyron
- d) Arquimedes

**Comentário:**

Sabendo os teoremas:

- Princípio de Pascal: Estabelece que a pressão aplicada num determinado ponto de um fluido em repouso transmite-se integralmente a todos os pontos desse fluido.
- Princípio de Stevin: Estabelece que a diferença de pressão entre dois pontos é proporcional a diferença de altura entre eles. Dessa forma, se dois pontos de um líquido estão a uma mesma altura, eles possuem a mesma pressão.
- Clapeyron não se relacionou com a hidrostática
- Princípio de Arquimedes: Estabelece que todo o corpo mergulhado num fluido recebe um impulso de baixo para cima igual ao peso do volume do fluido deslocado.

Do enunciado, temos a diferença de pressões gerada por diferença de altura. Logo, estamos falando do Princípio de Stevin o que nos dá a letra B como alternativa correta.

**Gabarito: B**

---

**46. (EEAR 2014)**

Da conhecida experiência de Torricelli originou-se o Barômetro de mercúrio, que por sua vez foi usado para determinar a atmosfera padrão, ao nível do mar, ou seja,  $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$ .

Sabendo que a densidade do mercúrio é  $13,6 \text{ g/cm}^3$  e que em um outro barômetro foi utilizado um óleo com densidade de  $0,76 \text{ g/cm}^3$ , a altura indicada por esse novo barômetro, ao nível do mar, será de \_\_\_\_\_ metros.

- a) 7,6
- b) 10,3
- c) 13,6
- d) 15,2



**Comentário:**

Sabendo que a pressão de 760 mmHg corresponde a pressão gerada pela por uma coluna de mercúrio de 760 mm, temos que:

$$p_{Hg} = p_{oleo}$$

$$d_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} = d_{oleo} \cdot g \cdot h_{oleo}$$

$$13,6 \cdot 760 \cdot 10^{-3} = 0,76 \cdot h_{oleo}$$

$$h_{oleo} = 13,6 \text{ m}$$

**Gabarito: C****47. (EEAR 2014)**

Um garoto, na tentativa de entender o funcionamento dos submarinos, resolve realizar uma experiência. Para isso, ele utilizou um aquário com água, um recipiente cilíndrico de vidro com uma tampa rosqueada que o fecha hermeticamente e uma quantidade de areia.

Inicialmente o garoto fechou bem o recipiente “vazio” e o colocou no fundo do aquário. Como o recipiente estava “vazio”, ele percebeu que o mesmo subiu acelerado, até flutuar na superfície da água.

Logo após, foi colocando aos poucos, areia no recipiente, fechando-o e repetindo a experiência, até conseguir que o recipiente ficasse completamente submerso, e em equilíbrio.

Com base nos dados a seguir, calcule a quantidade de areia, em gramas, que foi necessária para atingir essa condição de equilíbrio.

Considere:

- diâmetro do recipiente: 8 cm
- altura total do recipiente (com a tampa): 10 cm
- massa total do recipiente (com a tampa): 180 g
- densidade da água: 1 g/cm<sup>3</sup>
- $\pi = 3$

- a) 180
- b) 300
- c) 480
- d) 500

**Comentário:**

De conhecimentos prévios temos que:

$$d = 1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

O recipiente só ficará em equilíbrio completamente submerso quando o Empuxo for igual ao peso total do recipiente. Portanto:

$$E = P$$



$$d \cdot g \cdot V = m_T \cdot g$$

$$d \cdot A \cdot h = m_T$$

$$10^3 \cdot \pi \cdot (4 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 10 \cdot 10^{-2} = (m + 180) \cdot 10^{-3}$$

$$3 \cdot 16 \cdot 10 = m + 180$$

$$480 = m + 180$$

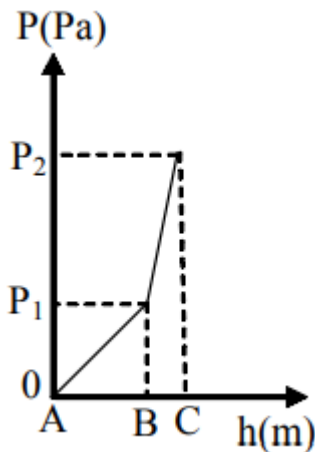
$$m = 300 \text{ g}$$

**Gabarito: B**

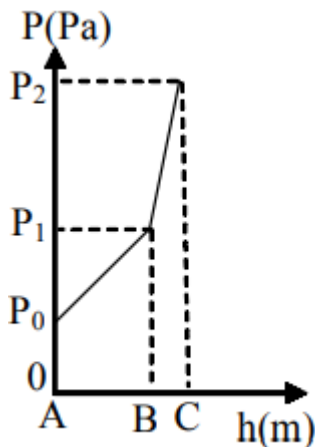
**48. (EEAR 2015)**

Um recipiente contém dois líquidos, 1 e 2, imiscíveis e em repouso em um local onde o módulo da aceleração da gravidade é constante. Os pontos A, B e C estão, respectivamente localizados na superfície do líquido 1, na interface entre os líquidos 1 e 2 e no fundo do recipiente. A pressão atmosférica local é igual a  $P_0$ , o recipiente está aberto na parte superior e o líquido 1 está sobre o líquido 2.

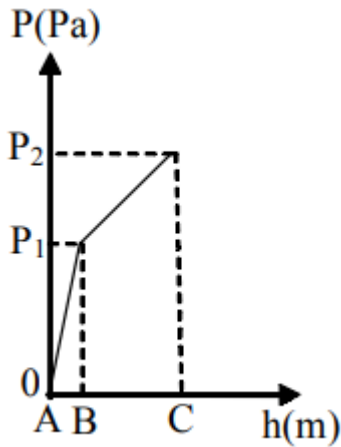
Um objeto desloca-se verticalmente do ponto A até o ponto C. Dentre as alternativas a seguir, assinale aquela em que o gráfico da pressão (P) em função da profundidade (h) melhor representa a pressão sobre o objeto.



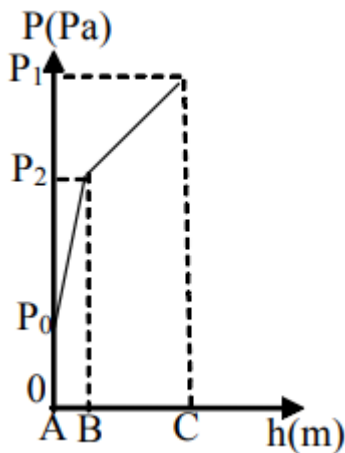
a)



b)



c)



d)

**Comentário:**

Sabendo que:

*pressão total = pressão atmosférica + pressão hidrostática*

$$p_G = p_{ATM} + p_H$$

$$p_G = p_{ATM} + d \cdot g \cdot h$$

Com isso, a pressão em A é  $P_0$ . Logo, as alternativas A e C estão incorretas.

Somado a isso, da equação temos que quanto maior a densidade maior a variação de pressão para uma mesma variação de altura, ou seja, o gráfico é mais inclinado para maiores densidades. E como o líquido de maior densidade fica em baixo, temos que o gráfico correto é o expresso na letra B.

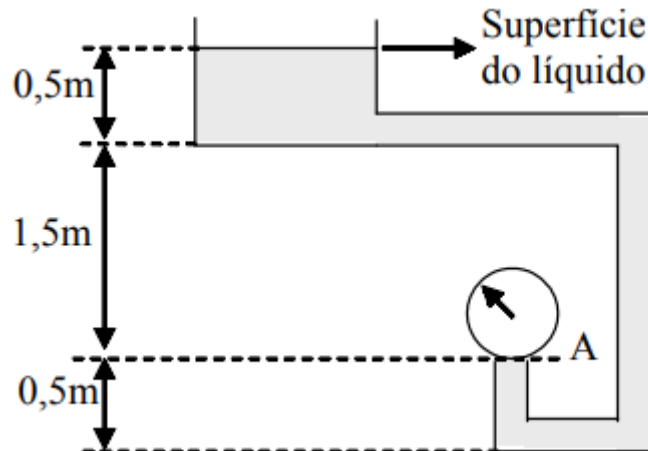
**Gabarito: B**

**49. (EEAR 2015)**

Um sistema hidráulico é representado a seguir com algumas medidas indicando a profundidade. Nele há um líquido de densidade igual a  $10^3 \text{ kg/m}^3$  em repouso. O sistema hidráulico está em um local onde o módulo da aceleração da gravidade é igual a  $10 \text{ m/s}^2$ . A



superfície do líquido está exposta a uma pressão atmosférica igual a  $10^5$  Pa. Se um manômetro (medidor de pressão) for colocado no ponto A, a pressão medida, em  $10^5$  Pa, nesse ponto é igual a



- a) 0,2.
- b) 1,2.
- c) 12,0.
- d) 20,0.

#### Comentário:

Calculando a diferença de altura entre a superfície do líquido e o ponto A:

$$h = 2,0 \text{ m}$$

Sabendo que:

*pressão total = pressão atmosférica + pressão hidrostática*

$$p_A = p_{ATM} + p_H$$

$$p_A = p_{ATM} + d \cdot g \cdot h$$

$$p_A = 10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 2$$

$$p_A = 10^5 + 0,2 \cdot 10^5$$

$$p_A = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

**Gabarito: B**

#### 50. (EEAR 2015)

Em um líquido em repouso dentro de um recipiente fechado, as pressões nos pontos A e B são, respectivamente, iguais a  $2 \cdot 10^5$  Pa e  $5 \cdot 10^5$  Pa. Se de alguma forma aumentarmos a pressão no ponto B para  $8 \cdot 10^5$  Pa e mantivermos os pontos A e B nas mesmas posições a pressão no ponto A será de \_\_\_\_\_  $\cdot 10^5$  Pa.

- a) 2
- b) 3
- c) 5



d) 7

**Comentário:**

Pelo Princípio de Stevin, temos que a diferença de pressões num líquido é dada por:

$$\Delta p = d \cdot g \cdot \Delta h$$

Com isso, para um mesmo líquido a diferença de pressão entre dois pontos não muda se mantivermos a mesma distância entre eles.

O enunciado diz que os pontos são mantidos nas mesmas posições e, portanto, a distância entre eles é a mesma nos dois casos. Logo, a diferença de pressões será igual.

Sendo assim:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2$$

$$5 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^5 = 8 \cdot 10^5 - p_A$$

$$p_A = 5 \cdot 10^5 Pa$$

**Gabarito: C**

---





## Considerações Finais

Querido aluno(a),

Essa aula foi extremamente importante para o pleno entendimento da hidrostática. Se você está com certo receio em algum tópico, reveja toda a teoria e depois refaça os exercícios propostos. Uma valiosa dica é fazer a lista inteira e só depois olhar o gabarito com a resolução. Com isso, você se forçará a ter uma maior atenção na feitura de questões e, portanto, aumentará sua concentração no momento de prova.

Se as dúvidas persistirem, não se esqueça de acessar o Fórum de Dúvidas! Responderei suas dúvidas o mais rápido possível!



Você também pode me encontrar nas redes sociais! 😊

Conte comigo,

**Vinícius Fulconi**



@viniciusfulconi



vinicius.fulconi

## Referências

[1] Tópicos da física 1: Volume 1 - Ricardo Helou Doca, Gualter José Biscuola, Newton Villas Boas - 21. Ed - São Paulo : Saraiva, 2012.

[2] IIT JEE Problems: Cengage.

