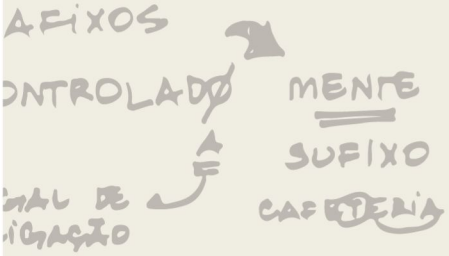
meSalva!

ENEM

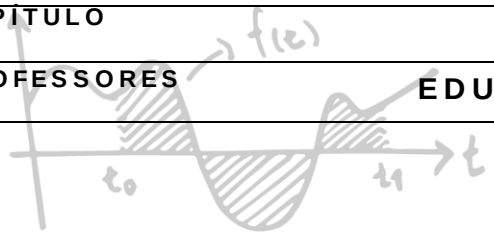
# HIDROSTÁTICA



## MÓDULOS CONTEMPLADOS

- ✓ IHID - Introdução à Hidrostática e Conceitos Iniciais
- ✓ PETA - Pressão Atmosférica e Experiência de Torricelli
- ✓ PVCA - Pressão Hidrostática e Vasos Comunicantes
- ✓ EMPA - Princípio de Pascal e Empuxo
- ✓ EHID - Exercícios de hidrostática

| | |
|---|---|
| CURSO | EXTENSIVO 2017 |
| DISCIPLINA | FÍSICA |
| CAPÍTULO | HIDROSTÁTICA |
| PROFESSORES | EDUARDO GRABIN E FELIPE BEN |




mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

# HIDROSTÁTICA

E aí, galera do Me Salva!

Tenho certeza que todos vocês já andaram ao menos uma vez em um barco ou em um navio, não é? Mas alguma vez vocês já pensaram em como aquele monte de metal ou madeira consegue flutuar? Curioso, não? Se pegarmos um pequeno pedaço de ferro e jogarmos na água, ele vai afundar, concorda? Pois é, então que mágica é feita para que os navios com milhares de toneladas não afundem? Uma mágica chamada Física! Mais especificamente um ramo da Física chamado Hidrostática, que é exatamente o que iremos estudar nesta apostila.



Outra coisa; sabe aqueles balões de aniversário? Se alguma vez você já tentou afundar um deles embaixo da água, sabe a dificuldade que é fazer isso. Agora pense no que é um submarino. Sim, um submarino de guerra mesmo. Ele não passa de um balão feito de ferro com muito, mas muito ar no seu interior, concorda? Pois então, se afundar o balão (com pouco ar no seu interior) já era difícil, imagine a força que é necessária para afundar um submarino, com milhões de vezes mais ar. Imagine quanto combustível teria que ser gasto para o submarino subir e descer ao fundo do mar várias vezes. Mas não é isso que acontece! Por trás desse movimento do submarino existe um truque físico, que faz com que os motores nem precisem ser ligados! Sabe o que é esse truque? Difícil, né? Mas não se preocupe! Tenho certeza que, depois de estudarmos essa apostila, você vai conseguir responder facilmente essa pergunta!

E aí, também ficou fascinado e intrigado para estudar a Hidrostática? Esperamos que sim! Se prepare, vamos começar a entender tudo isso agora. Vamos lá!



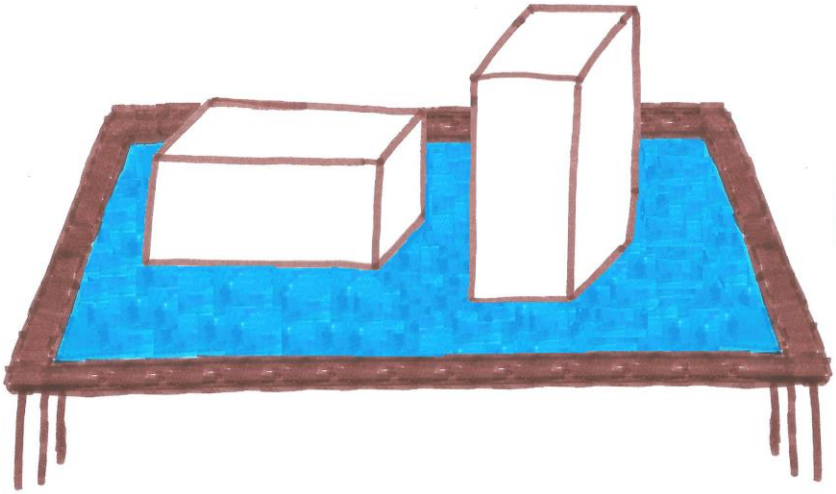




mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

# PRESSÃO

Antes de entendermos propriamente o significado do conceito pressão, podemos utilizar a intuição para facilitar nosso raciocínio. Imagine um bloco de concreto retangular em cima de um pedaço de vidro. Podemos colocar esse bloco de duas formas, como mostrado abaixo:



Quando colocado de um destes dois jeitos, o bloco vai quebrar o pedaço de vidro. Você consegue adivinhar qual dos dois jeitos é? Muito provavelmente você pensou no segundo jeito. E isso está corretíssimo. Mas agora podemos nos perguntar: se os blocos são exatamente iguais e possuem o mesmo peso, qual a justificativa para o vidro se quebrar apenas quando o bloco está apoiado de um dos jeitos? O que explica isso é justamente o conceito que vamos estudar agora: a pressão!

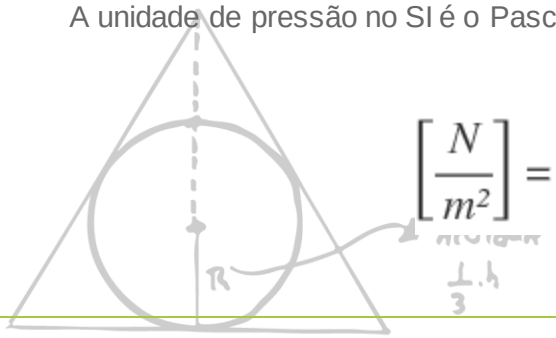
Pressão nada mais é do que a relação existente entre a força e a área em que essa força é aplicada. Mais precisamente, a divisão desta força por esta área, como mostrado matematicamente abaixo:

$$P = \frac{F}{A}\left[\frac{N}{m^2}\right]$$

E é justamente aqui que conseguimos entender porque o bloco que está apoiado do segundo jeito é o que quebra o vidro. Como ele está apoiado sobre uma área menor, a pressão exercida por ele é maior!

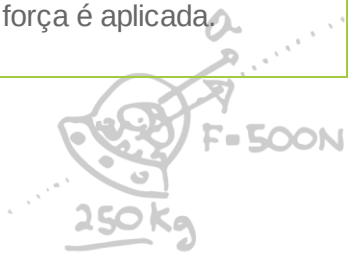
mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

A unidade de pressão no SI é o Pascal (Pa), que é o nome adotado para $N/m^2$.



$$\left[\frac{N}{m^2}\right] = [Pa]$$

Vale ressaltar! Existem duas maneiras de aumentarmos a pressão: podemos aumentar a força ou diminuir a área em que esta força é aplicada.



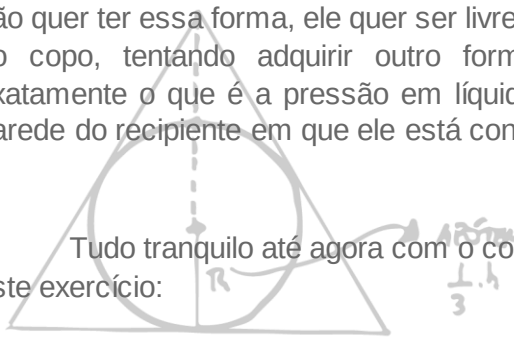

## PRESSÃO EM LÍQUIDOS

Você sabe qual é o formato da água? Talvez você tenha pensado nas moléculas de oxigênio e hidrogênio que formam a água, mas não é disso que estamos falando aqui. Você consegue descrever qual é exatamente o formato de um litro de água? Difícil, né? Os líquidos não possuem um formato definido. Se você colocar a água em um copo, ela vai ficar com a forma do copo. Se você colocá-la em uma garrafa, ela vai ficar com a forma da garrafa. É característica dos líquidos adquirirem o formato do recipiente em que estão inseridos. Mas espera aí, o que isso tem a ver com pressão? Já vamos chegar lá!

Já conhecemos o significado de pressão, mas você consegue imaginar como esse conceito pode ser aplicado para os líquidos? Para entender isso podemos pensar naquela informação sobre o formato dos líquidos de maneira um pouco diferente: um líquido só possui a forma de um copo porque as laterais do copo impedem que esse líquido vaze e tenha outro formato, concorda? Agora a grande jogada é que esse líquido

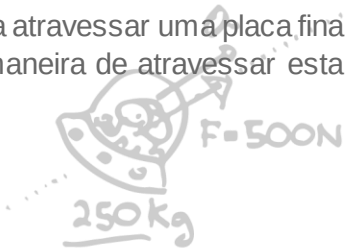
mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

não quer ter essa forma, ele quer ser livre! Para isso ele aplica uma força nas paredes do copo, tentando adquirir outro formato. E pensando assim podemos definir exatamente o que é a pressão em líquidos: é a pressão causada por um líquido na parede do recipiente em que ele está contido.



Tudo tranquilo até agora com o conceito de pressão? Faça o teste respondendo este exercício:

Exercício 1: Para completar uma aposta, uma menina precisa atravessar uma placa fina de vidro de dimensões 4m x 2m x 10 cm. Qual a melhor maneira de atravessar esta placa?




a) Saltando para ter o menor número de contatos com o plano.

b) Caminhando tranquilamente.

c) Se arrastando, aumentando a área de contato entre seu corpo e a placa fina de vidro.

d) Em um pé só, diminuindo a área de contato entre seu corpo e a placa de vidro.

e) Nenhuma das anteriores

Correta: C

Resolução em:

Módulo: HID - INTRODUÇÃO À HIDROSTÁTICA E CONCEITOS INICIAIS

Lista: IHID02EX - Exercícios de Compreensão #01

Vale a pena saber! A força causada por um líquido é sempre perpendicular às paredes do recipiente em que ele está contido!




mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

# PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Já aprendemos que os líquidos possuem o formato do recipiente em que estão inseridos porque as paredes deste recipiente impedem que o líquido tome outra forma, certo? Mas agora pense em uma piscina. Só há paredes nas laterais e no fundo dela, certo? Mas espera aí, então por qual motivo a água não sai por cima da piscina, já que não tem parede lá? Aqui que você se engana! Existe uma espécie de "parede invisível" que impede que os líquidos flutuem, é a pressão atmosférica! Bem, na verdade ela não tem nada a ver como uma parede, mas vamos entender isso agora!

Lembra da primeira definição de pressão que estudamos aqui? A divisão entre a força pela área? Pois então, a pressão atmosférica é justamente causada pelo peso dos bilhões de metros cúbicos de ar que estão na atmosfera sobre a superfície da Terra.

Essa razão possui um valor específico, mostrado a seguir, que será muito importante durante nosso estudo:

$$P_{atm} = \frac{Peso\ do\ ar}{Superfície\ da\ terra} = 10^5 Pa$$

Perceba que a atmosfera exerce uma força de cerca de 1,0 x 105 N em cada metro quadrado na superfície da terra! Achou pouco? Isto é um valor muito grande, é a mesma coisa que colocarmos um bloco de ferro pesando 10000kg (sim, dez mil

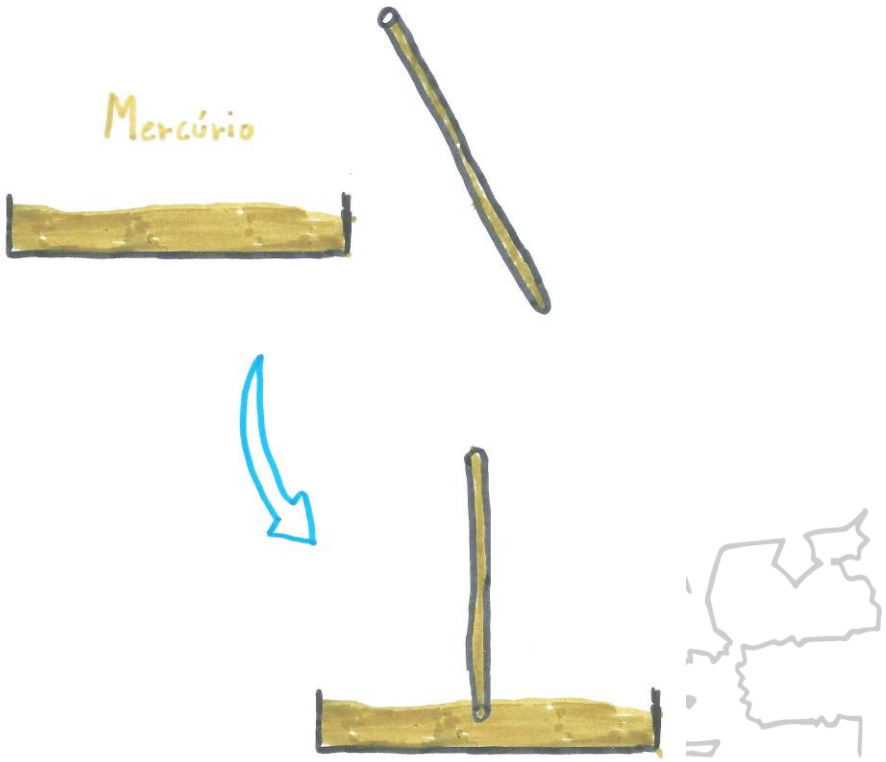
mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

quilogramas!) sobre um metro quadrado! Mas como não notamos esse peso todo sobre nossas cabeças? Ele não é notado porque geralmente existe ar tanto dentro quanto fora dos objetos, de modo que as forças exercidas pela atmosfera em cada lado do objeto são praticamente equilibradas.

## O EXPERIMENTO DE TORRICELLI

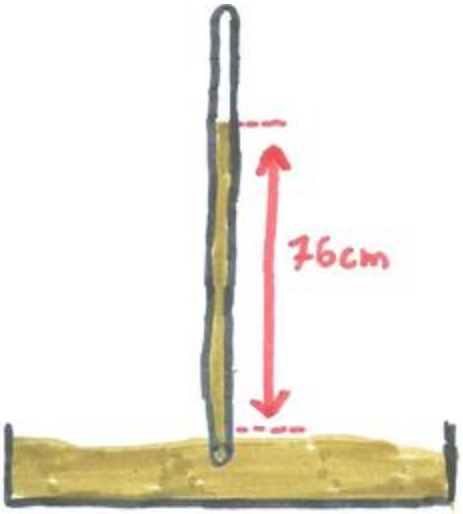
Esse experimento foi uma maneira não convencional (mas muito inteligente) de medir a pressão atmosférica. O responsável por ele foi um gênio da Física chamado Evangelista Torricelli. Pronto para entender como ele fez isso?

A primeira coisa que Torricelli fez foi pegar um tubo de 1 metro de comprimento fechado em uma das extremidades. Em seguida ele encheu o tubo completamente com mercúrio e mergulhou a extremidade aberta em um recipiente contendo também mercúrio.




Após algum tempo, ele percebeu que o nível de mercúrio dentro do tubo não variava. Então, ele pegou uma régua e mediu a altura que o mercúrio havia atingido: exatamente 760 mm.


Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.







Mas o que significa essa medida de mercúrio que ele obteve? Significa que a pressão atmosférica tem "força" suficiente para levantar até 76 centímetros de mercúrio. Exatamente quando o mercúrio atinge essa altura, seu peso passa a fazer uma pressão igual à pressão atmosférica. E deste experimento surgiu uma nova medida para a pressão atmosférica. Dizemos que ela vale 760 mm de Hg (símbolo químico que representa o mercúrio).

Você precisa saber! Imagine que você está no topo de uma montanha. É lógico pensar que quanto mais alto estamos, menor é a quantidade de ar que paira sobre nossas cabeças, concorda? Pois então, se existe menos ar, o peso do ar deve ser menor, não é? Exatamente isso, e como o peso é menor, consequentemente a pressão causada por ele também é menor! Conseguiu perceber onde estamos chegando? Quanto mais alto estamos, menor é a pressão atmosférica!

Novamente é sua vez de praticar. Aproveite este exercício para testar se você conseguiu entender o conteúdo.




mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

Exercício 2: Escaladores realizam uma experiência no alto de uma montanha. Eles utilizam um sistema parecido com o da experiência de Torricelli, utilizando água no tubo; a altura do líquido no tubo é dois metros. Sabendo que ao nível do mar a altura da água no tubo é dez metros, eles concluem que a pressão atmosférica no alto da montanha é _____. A razão pela qual a água no tubo ao nível do mar chega a 10 m de altura é _____. Selecione a sequência que preenche corretamente as lacunas.

a) 2* 〖10〗^5 Pa – porque a gravidade é mais forte perto da terra.

b) 0,8* 〖10〗^5 Pa – porque a atmosfera é finita.

c) 20% da pressão atmosférica ao nível do mar – porque a gravidade é mais forte perto da terra.

d) 80% da pressão atmosférica ao nível do mar – porque a atmosfera é finita.

e) 20% da pressão atmosférica ao nível do mar – porque a capacidade que uma coluna de ar tem de empurrar outra coluna de um fluido é maior quanto mais fundo estiver na atmosfera.

Correta: E

Resolução em:

Módulo: PETA - PRESSÃO ATMOSFÉRICA E EXPERIÊNCIA DE TORRICELLI

Lista: PETA06EX - Exercícios de Compreensão #01







mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

## DENSIDADE

Este conceito você provavelmente já conhece, falamos sobre ele lá na apostila de Introdução à Física, lembra disso? Utilizamos o exemplo de um balde completamente cheio de areia. Mas o que realmente é densidade? Matematicamente, dizemos que é a razão entre a massa (m) e o volume (V) de um corpo qualquer. Note que estamos falando em um corpo qualquer, que pode ser a mistura de várias coisas.

$$d = \frac{m}{V}\left[\frac{kg}{m^3}\right]$$




## MASSA ESPECÍFICA

Aqui precisamos ter um pouco mais de cuidado. O modo como calculamos a massa específica é exatamente igual ao modo como calculamos a densidade. Ela é a razão entre a massa de uma substância e seu volume correspondente. Note bem, estamos tratando de substâncias, não de objetos.

$$\mu = \frac{m}{V}\left[\frac{kg}{m^3}\right]$$

Outra coisa que vale a pena notar é esse símbolo estranho (μ) que utilizamos para expressar massa específica. Ele é uma letra grega chamada "Mi".

Você sabe porque Torricelli utilizou o mercúrio em seu experimento? Ele escolheu especificamente o mercúrio em função do seu alto valor de massa específica. Caso ele tivesse escolhido fazer esse experimento com a água, seria necessário utilizar um tubo com mais de 10 metros de altura!

mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

E aí, tudo certo com o conceito de densidade? Temos alguns exercícios para você testar seu conhecimento!

Exercício 3: De acordo com o conceito e a equação da densidade de um corpo, preencha as lacunas abaixo: A densidade refere-se ao quão _____ é um corpo. Se aumentarmos o volume mantendo a mesma massa, obtemos uma densidade _____. Comparando 1 Kg de algodão a 1 Kg de, ferro concluímos que o algodão é _____denso do que o ferro.




a) Compacto – maior – mais.

b) Expansivo – menor – mais.

c) Compacto – menor – menos.

d) Compacto – maior- mais.

e) Expansivo – menor – menos.

Correta: C

Resolução em:

Módulo: HID - INTRODUÇÃO À HIDROSTÁTICA E CONCEITOS INICIAIS

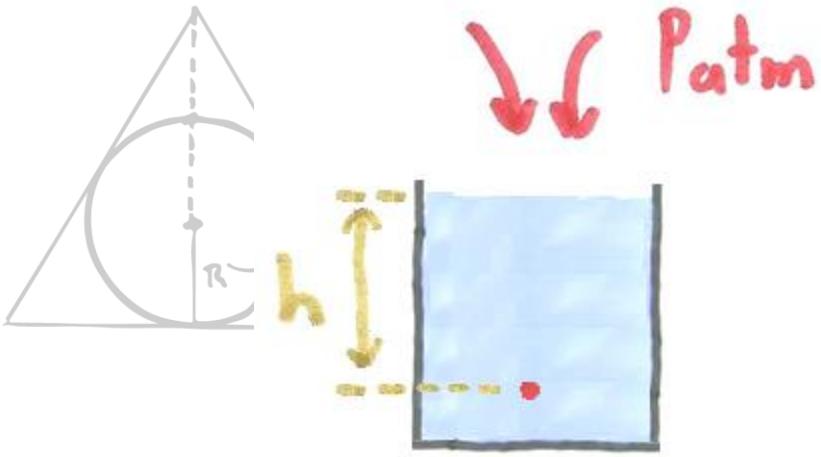
Lista: IHID06EX - Exercícios de Compreensão #02

## PRESSÃO HIDROSTÁTICA - (LEI DE STEVIN)

Alguma vez enquanto mergulhava você já percebeu um certo desconforto nos ouvidos? Isso acontece quando vamos muito fundo embaixo da água. Uma pressão é feita sobre nossos tímpanos. E é justamente essa pressão que estudaremos agora: a pressão hidrostática.

A pressão hidrostática é a pressão que existe no interior de um líquido em equilíbrio. Ela é basicamente causada pelo peso deste líquido e pela atmosfera. Sabendo disso, podemos fazer uma associação lógica: quanto mais fundo estivermos, mais líquido existirá sobre nós, certo? Consequentemente, a pressão causada por este líquido será maior. Além da profundidade do local (h), esta pressão também depende de outros dois parâmetros: a densidade do líquido (d) e da gravidade local (g).

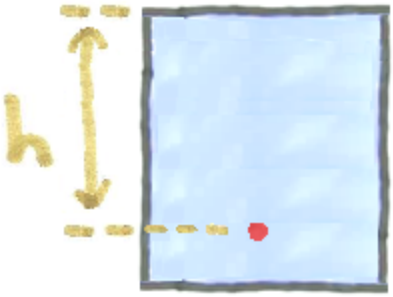
mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.



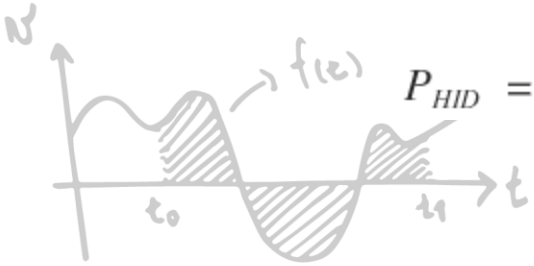
Assim, determinamos a pressão hidrostática em um recipiente aberto pela seguinte expressão matemática:

$$P_{HID} = d_{lig}.g.h + P_{ATM}$$

Mas e se este recipiente estiver fechado? Então a pressão atmosférica não irá influenciar!



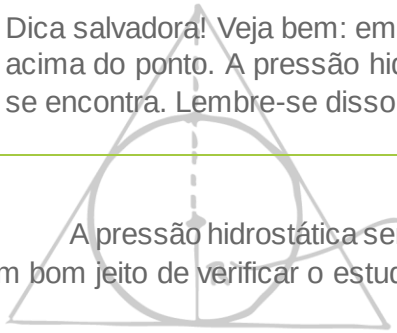
A pressão no interior deste recipiente vai depender apenas da profundidade do ponto que estamos analisando:




$$P_{HID} = d_{lig}.g.h$$

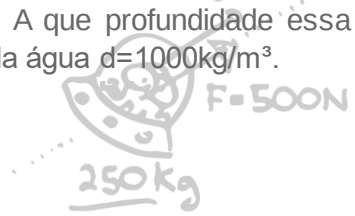
mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

Dica salvadora! Veja bem: em nenhum momento falamos sobre o volume de água acima do ponto. A pressão hidrostática depende da profundidade em que o corpo se encontra. Lembre-se disso!



A pressão hidrostática será fundamental nos próximos tópicos da nossa apostila. Um bom jeito de verificar o estudo até agora é fazer os exercícios abaixo:

Exercício 4: No fundo do mar, próximo aos pontos mais profundos já visitados por humanos, a pressão é esmagadora P=1,10* 〖10〗^8 Pa. A que profundidade essa pressão “P” é sentida? Considere g=10m/s² e a densidade da água d=1000kg/m³.




a) 14500 metros
b) 1100 metros
c) 11000 metros
d) 110 metros
e) 22000 metros

meSalva!

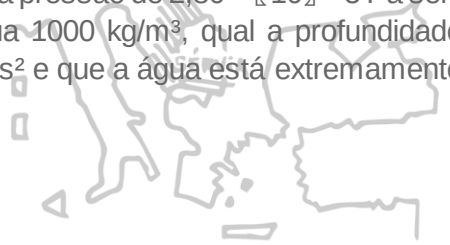
Correta: C

Resolução em:

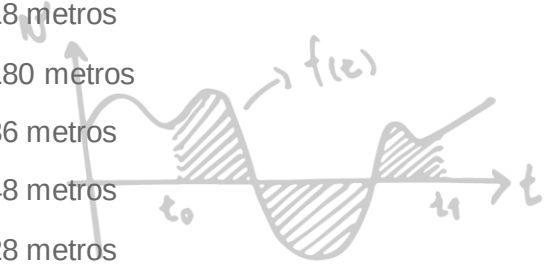
Módulo: PVCA - PRESSÃO HIDROSTÁTICA E VASOS COMUNICANTES

Lista: PVCA04EX - Exercícios de Compreensão #02

Exercício 5: Um mergulhador consegue suportar uma pressão de 2,80* 〖10〗^5 Pa sem qualquer equipamento. Sendo a densidade da água 1000 kg/m³, qual a profundidade que este mergulhador alcança? Considere g=10 m/s² e que a água está extremamente calma.

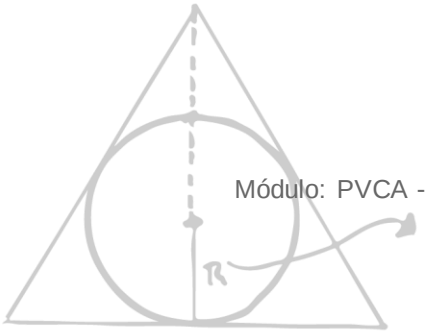


a) 18 metros
b) 180 metros
c) 36 metros
d) 48 metros
e) 28 metros





Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.



Correta: A

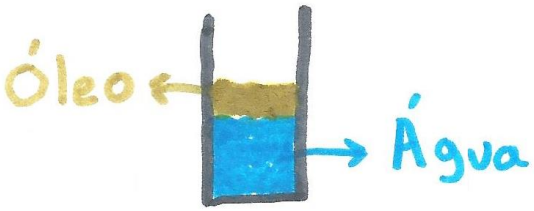
Resolução em:

Módulo: PVCA - PRESSÃO HIDROSTÁTICA E VASOS COMUNICANTES

Lista: PVCA04EX - Exercícios de Compreensão #03

## LÍQUIDOS IMISCÍVEIS

O jeito mais fácil de entender isso é na prática, “colocando a mão na massa”. É um experimento bem simples: você só vai precisar de um copo transparente, água e óleo de cozinha. Faça isso longe do seu computador! Agora coloque um quarto do copo de água e um quarto do copo de óleo. O próximo passo é tapar a boca do copo com sua mão e mexer bastante, tentando fazer os dois líquidos se misturarem. Faça isso até você perceber que eles já estão bem misturados. Agora deixe o copo em repouso durante alguns minutos. O óleo e a água continuam separados? Sensacional, não é? Isso acontece porque esses dois líquidos são imiscíveis, não se misturam de jeito algum!



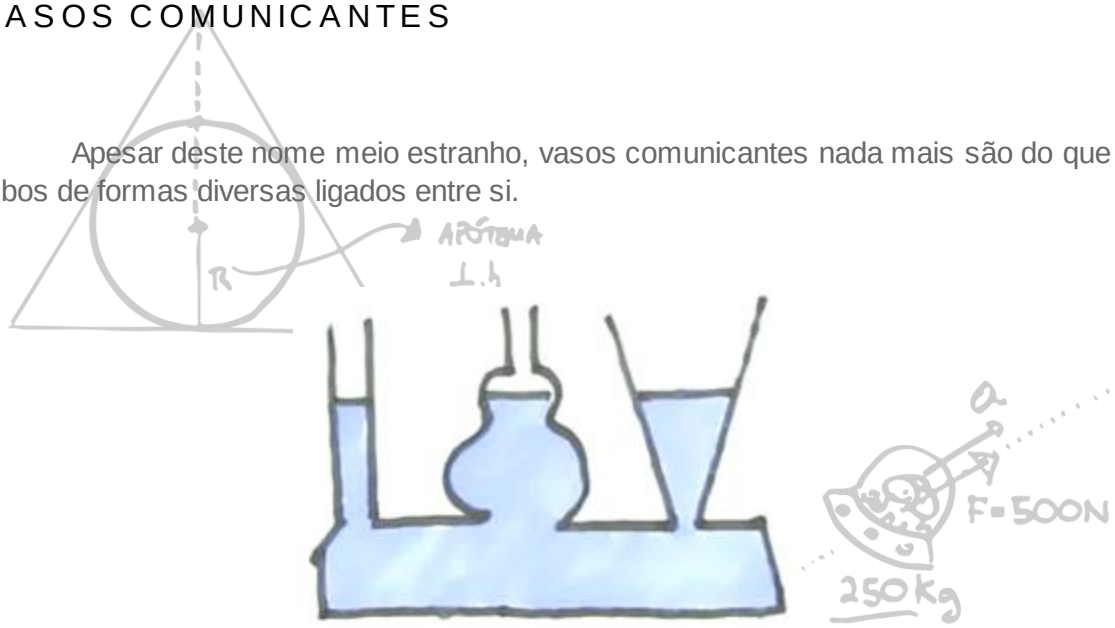

A explicação para isso vem lá da Química, mais especificamente da polaridade das moléculas destes líquidos. Entretanto, isso não importa nesse momento para nós. O que precisamos saber para os próximos passos do nosso estudo é que existem líquidos que não se misturam de forma alguma.



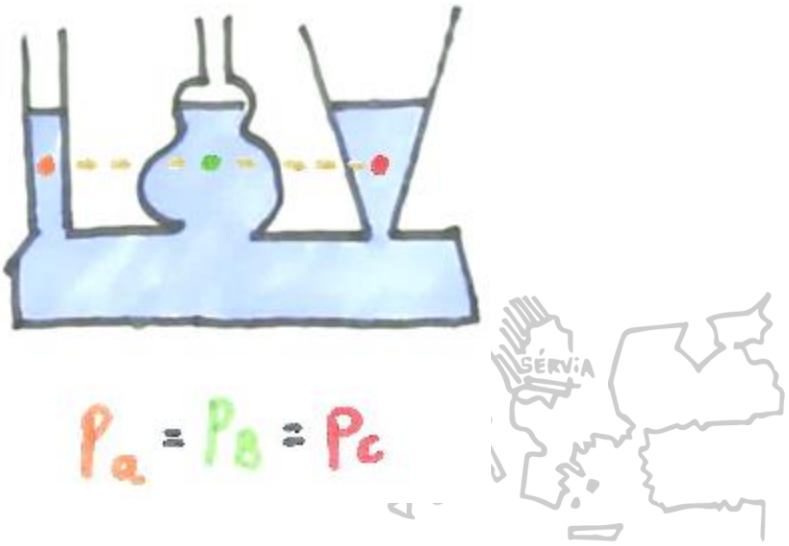

mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

# VASOS COMUNICANTES

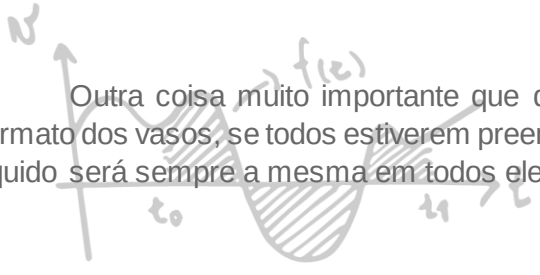
Apesar deste nome meio estranho, vasos comunicantes nada mais são do que tubos de formas diversas ligados entre si.




Quando preenchemos estes vasos com um líquido, eles se tornam uma aplicação direta da Lei de Stevin. A pressão hidrostática em pontos a uma mesma altura, mesmo que localizados em tubos diferentes, será sempre a mesma.



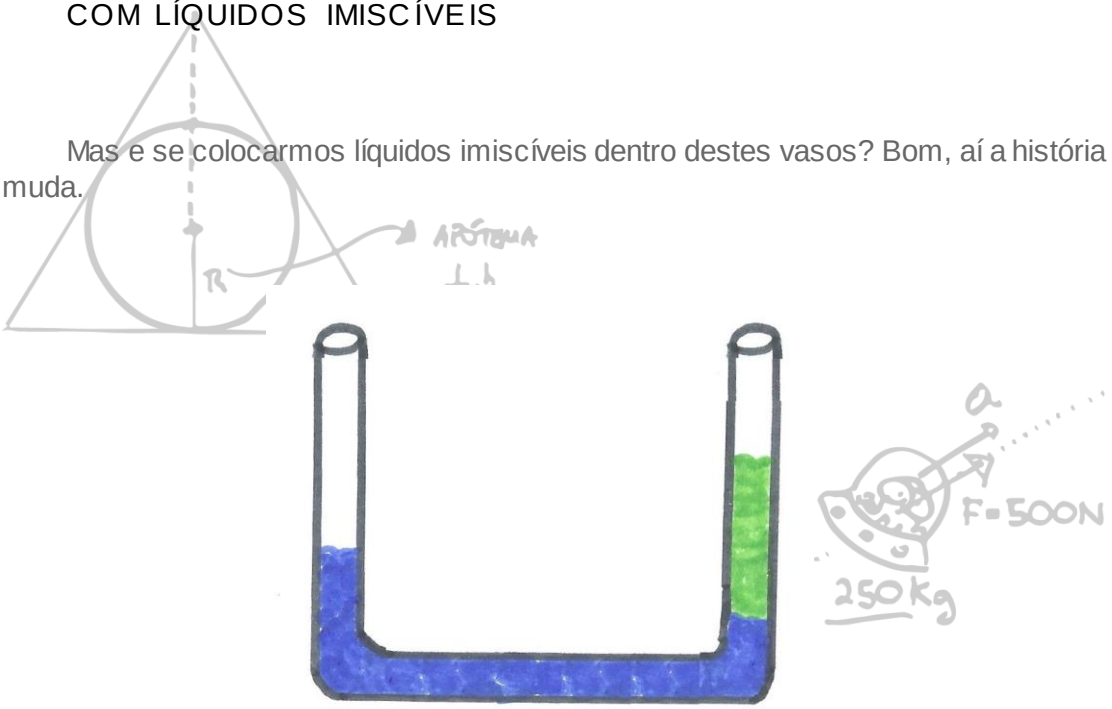

Outra coisa muito importante que devemos perceber é que, independente do formato dos vasos, se todos estiverem preenchidos com o mesmo líquido, a altura desse líquido será sempre a mesma em todos eles.



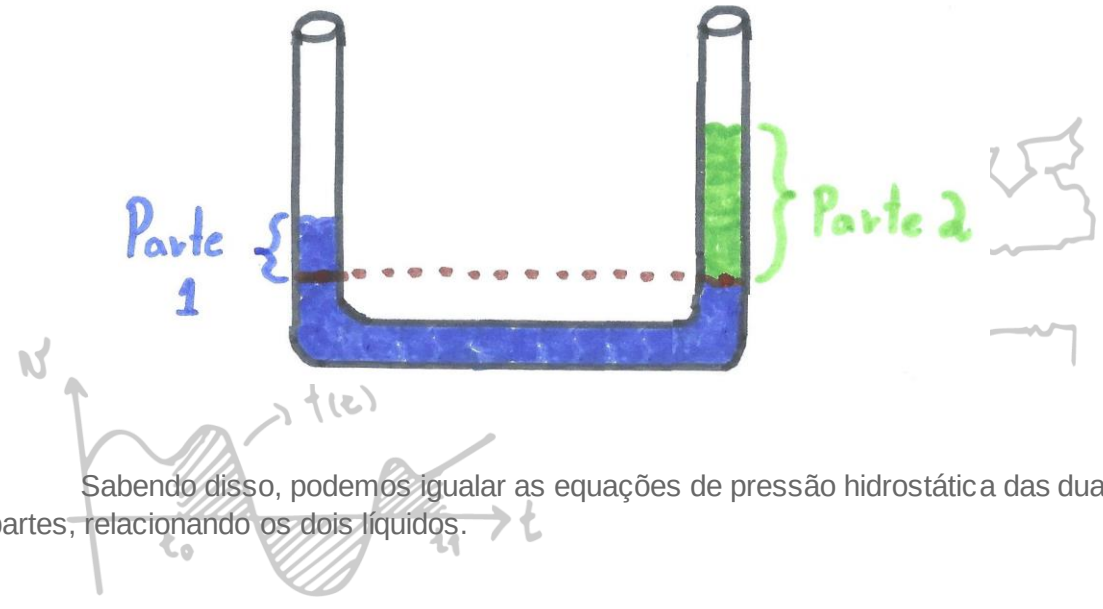
mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

COM LÍQUIDOS IMISCÍVEIS

Mas e se colocarmos líquidos imiscíveis dentro destes vasos? Bom, aí a história já muda.




Nesta situação, a primeira coisa que devemos fazer é identificar a fronteira onde ocorre a separação entre os dois líquidos. Em seguida, devemos identificar dois pontoz que estão localizados na mesma altura dessa fronteira. Agora pensamos novamente na Lei de Stevin. Como a pressão hidrostática em pontos no mesmo líquido e na mesma altura são iguais, então a pressão causada tanto pela parte 1 quanto pela parte 2 devem ser iguais, concorda?




Sabendo disso, podemos igualar as equações de pressão hidrostática das duas partes, relacionando os dois líquidos.

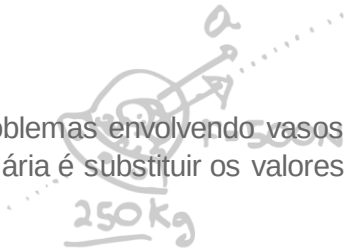
mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

$$P_{HID1} = P_{HID2}$$

$$d_1.g.h_1 = d_2.g.h_2$$

Como a gravidade é a mesma, podemos simplificar e chegar na seguinte relação:

$$d_1.h_1 = d_2.h_2$$

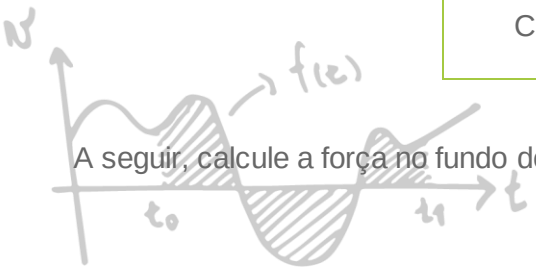


Pronto, agora você já tem a solução de todos os problemas envolvendo vasos comunicantes com líquidos imiscíveis. A única coisa necessária é substituir os valores dos problemas na igualdade apresentada acima.

E aí, tudo tranquilo com o conteúdo de vasos comunicantes? Aproveite estes exercícios para fazer o teste!

Exercício 6: Chegando ao laboratório, um químico se depara com um tubo de altura 60 cm e área transversal 0,0003 m² que contém um líquido até a marca de 50 cm. No entanto, o químico não consegue identificá-lo, então decide usar um equipamento que mede pressão. Já no fundo, o equipamento mede 1,45* 〖10〗^5 Pa. Considerando a pressão atmosférica 〖10〗^5 Pa e a aceleração gravitacional g=10m/s², qual é a densidade do líquido encontrada? De acordo com a densidade encontrada, para saber que líquido é esse, verifique na tabela abaixo:

| Material | Densidade |
|---|---|
| Ferro | 7900 kg/m³ |
| Água | 1000 kg/m³ |
| Cobre | 9000 kg/m³ |



A seguir, calcule a força no fundo do recipiente.

mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

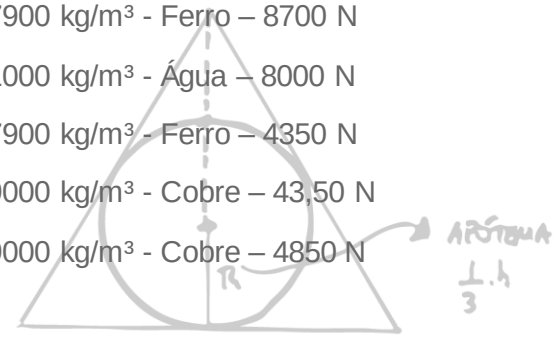
a) 7900 kg/m³ - Ferro – 8700 N

b) 1000 kg/m³ - Água – 8000 N

c) 7900 kg/m³ - Ferro – 4350 N

d) 9000 kg/m³ - Cobre – 43,50 N

e) 9000 kg/m³ - Cobre – 4850 N



Correta: D

Resolução em:

Módulo: PVCA - PRESSÃO HIDROSTÁTICA E VASOS COMUNICANTES

Lista: PVCA02EX - Exercícios de Compreensão #02

Exercício 7: Um colega de Física precisa de nossa ajuda para um trabalho experimental. Há duas colunas com líquido; elas estão conectadas. O líquido vermelho é ferro, com densidade d=7900 kg/m³ e a altura h é 15 cm. Nosso colega precisa saber qual a pressão no ponto A e também precisa calcular a densidade do líquido amarelo. Vamos ajudá-lo?

a) 1,24∗10^5 Pa – 16000 kg/m³

b) 2,40∗10^4 Pa – 8000 kg/m³

c) 1,24∗10^3 Pa – 16000 kg/m³

d) 1,24∗10^3 Pa – 8000 kg/m³

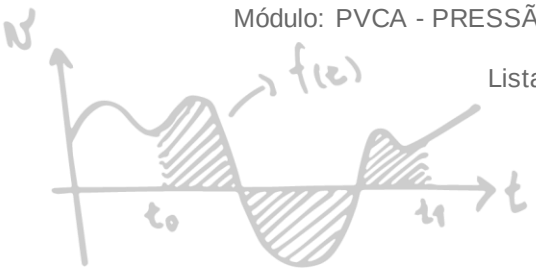
e) 1,24∗10^5 Pa – 12000 kg/m³

Correta: A

Resolução em:

Módulo: PVCA - PRESSÃO HIDROSTÁTICA E VASOS COMUNICANTES

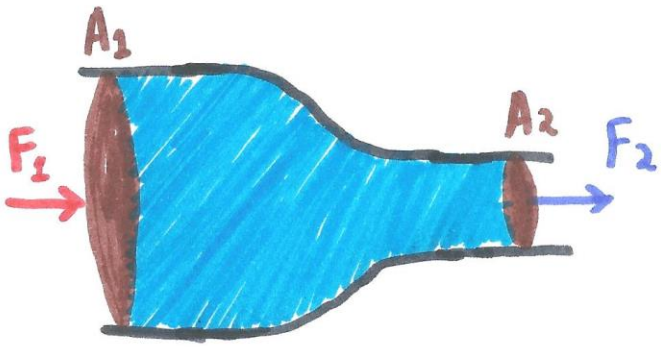
Lista: PVCA06EX - Exercícios de Compreensão #02



mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

# TEOREMA DE PASCAL

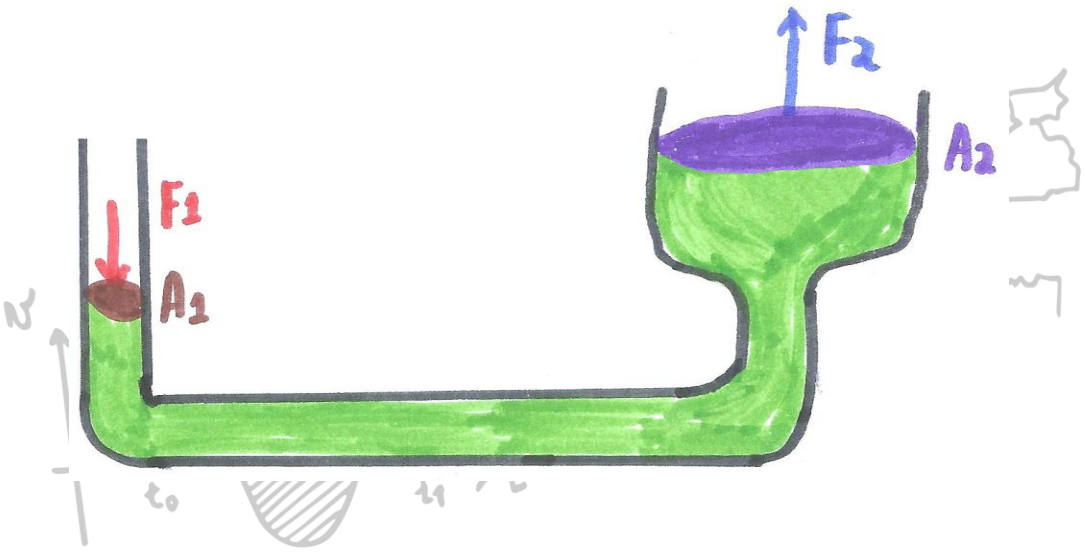
O Teorema de Pascal se baseia em um fato muito interessante dos líquidos: quando aplicamos uma força a um líquido, ele distribui a pressão causada por essa força igualmente em todas as direções e sentidos. Em outras palavras, se tivermos um tubo cheio de água e aplicarmos uma pressão em um dos lados do tubo, a água transmitirá integralmente essa pressão para o outro lado do tubo.




Parece complicado, né? Mas não se preocupe, em seguida veremos a aplicação prática deste teorema e tudo ficará mais simples!

## ELEVADOR HIDRÁULICO

O elevador hidráulico é um dispositivo criado para multiplicar forças. Basicamente, ele utiliza exatamente o princípio que acabamos de ver. Se liga na imagem mostrada abaixo:




mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

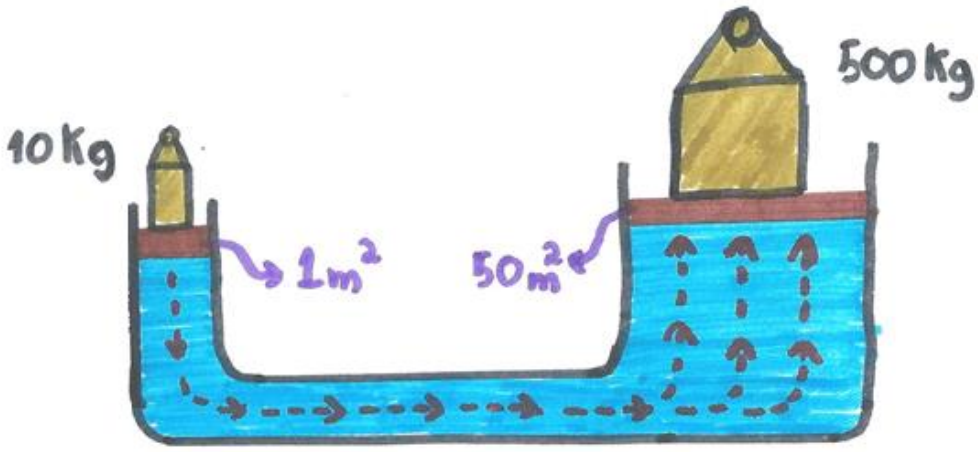
Se aplicarmos uma pressão em um dos lados desse vaso comunicante, o líquido contido nele ele irá transmitir exatamente essa mesma pressão para o outro lado, independente da forma que ele possuir. E aqui está a grande jogada! Se colocarmos dois tubos, um muito fino (com uma pequena área) e outro muito grosso (com uma grande área) e aplicarmos uma força (F1) no tubo mais fino, essa força irá gerar uma pressão (P1) que será transmitida integralmente para o outro lado! Isso é descrito matematicamente pela seguinte igualdade:

$$P_1 = P_2$$

Lembrando da definição do que é pressão, podemos escrever essa equação da seguinte forma:

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

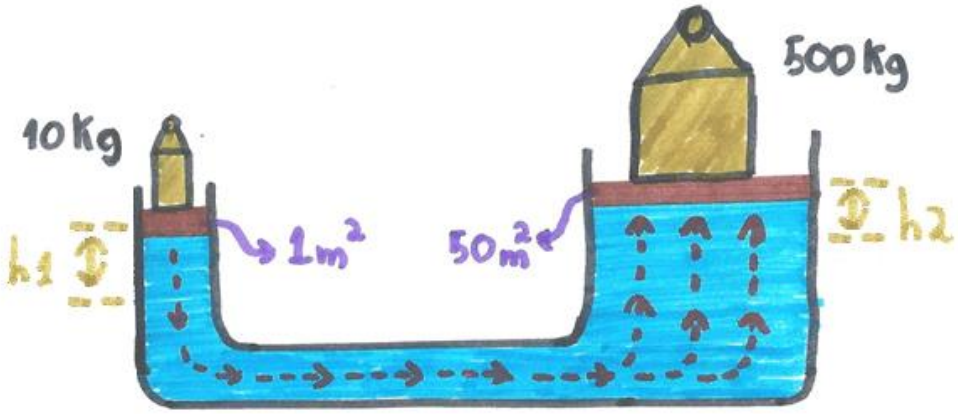
Essa equação nos diz que, se a área do tubo maior for 100 vezes maior que a área do tubo menor, então, ao aplicarmos uma força no tubo menor, uma força 100 vezes maior surgirá no tubo maior! Vamos entender melhor olhando esse exemplo:




Como nesse exemplo a área do pistão maior é 50 vezes maior que a área do pistão menor, conseguimos equilibrar um peso de 500kg colocando um peso de apenas 10kg! Em outras palavras, conseguimos equilibrar uma força de 5000N aplicando apenas 100N. A Física não é incrível?!

Outra coisa muito importante que devemos perceber é que o lado que possui maior força e maior área, possui menor deslocamento. Mas como assim? Podemos visualizar isso pensando que o mesmo volume de líquido é transferido do tubo mais fino para o tubo mais grosso.

mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.




Como o volume é dado pela multiplicação da área do pistão pela altura do deslocamento de líquido, chegamos na seguinte expressão:

$$A_1.h_1 = A_2.h_2$$

No caso deste exercício temos os seguintes valores:

$$1m^2.h_1 = 50m^2.h_2$$

Para que essa igualdade seja verdadeira, então o deslocamento da água no tubo mais fino deve ser cinquenta vezes maior do que o deslocamento no tubo mais grosso! Em outras palavras, o deslocamento do líquido que acontece em um tubo é inversamente proporcional à força aplicada nele!

Muito Importante! Você lembra do conceito de trabalho que vimos lá na apostila de Energia? Lembra que o trabalho realizado por uma força é dado pelo produto entre a intensidade da força e o deslocamento dela? Pois então, utilizando esse conceito podemos deduzir um fato muito importante que ocorre aqui. Como a força aplicada em cada tubo é inversamente proporcional ao deslocamento que o líquido sofre, então o trabalho realizado nos dois tubos acaba sendo exatamente igual! Isso acontece justamente para respeitar o princípio da conservação de energia. Faça esse teste! Utilize os valores do exemplo que acabamos de ver para confirmar isso.

mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

Aqui vai um exercício para você praticar o que acabamos de estudar!

Exercício 8: Qual deve ser a força aplicada em um dos lados do elevador hidráulico para equilibrar um carro de 1500kg? Sabe-se que as áreas do elevador são de 1 m² e 25m². (considere g = 10m/s²)

a) 200N

b) 300N

c) 400N

d) 500N

e) 600N




Correta: E

Resolução em:

Módulo: MPA - PRINCÍPIO DE PASCAL E EMPUXO

Lista: EMPA02EX - Exercícios de compreensão #02 - Teorema de Pascal

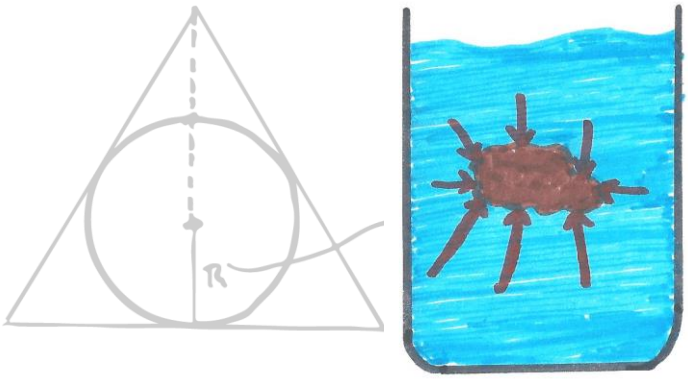
## EMPUXO

Se você já teve que retirar uma pedra de dentro da água, vai saber exatamente o que significa empuxo! Imediatamente após ser removida da água, ela não parece mais pesada? Não parece que precisamos fazer uma força maior para continuar segurando-a? Pois então, essa diferença na força que exercemos quando a pedra está dentro e fora da água é explicada pelo empuxo!

Se liga na imagem abaixo, ela representa o esquema de forças que atuam sobre a pedra quando ela está submersa.




mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.



Observe agora que as forças verticais que atuam embaixo da pedra são mais intensas que as forças que atuam em cima dela. Isso se justifica por algo que estudamos lá na pressão hidrostática dentro de líquidos: quanto mais fundo, maior é a pressão exercida. Lembra disso? Já as forças horizontais se anulam, pois estão localizadas exatamente na mesma altura. Pois então, se fizermos a soma vetorial de todas as forças que atuam sobre esse corpo, a força resultante será vertical e apontará para cima. Essa força resultante é o empuxo!

Percebeu porque a pedra parece mais leve quando está dentro da água? Não é porque ela perdeu massa, mas porque existe uma força que nos ajuda a levantá-la! Mas espera aí, como calculamos a intensidade dessa força? É justamente isso que vamos ver agora no Teorema de Arquimedes!



mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

## TEOREMA DE ARQUIMEDES

Já comprovamos que existe uma força de empuxo, concorda? Mas ainda falta uma coisa muito importante: qual é o valor (a intensidade!) dessa força? É justamente aqui que esse teorema entra na história! Arquimedes diz que a intensidade do empuxo é exatamente igual ao peso do fluido deslocado pelo objeto imerso. Vamos ver uma maneira bem simples de entender isso!

Imagine que você tem uma jarra cheia de suco. Por algum motivo, você acaba jogando uma pedra dentro dessa jarra. Concorda que, ao fazer isso, um pouco do suco será deslocado e irá transbordar? Pois então, é através desse líquido que transbordou que podemos calcular o empuxo que a pedra sofre quando imersa no suco! Se conseguirmos medir o peso desse suco deslocado, teremos exatamente a intensidade do empuxo que age sobre a pedra! Mas e se não conseguirmos medir isso? Então calculamos! Como vimos lá na Dinâmica, o peso de um objeto é definido pela multiplicação entre a massa e a aceleração da gravidade, lembra disso? Exatamente o que é mostrado pela equação a seguir:

$$E = M_L.g$$

Como a massa de um líquido é resultado da multiplicação entre seu volume e sua densidade, podemos fazer uma substituição nessa equação:

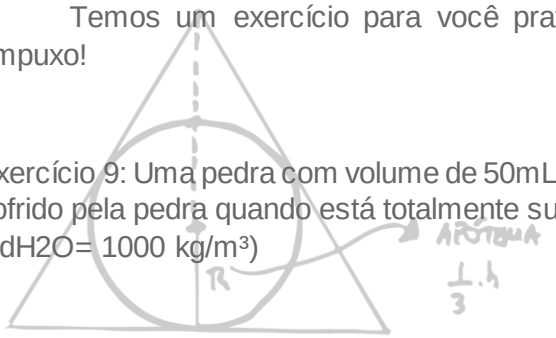
$$E = d_L.V_L.g$$

E aqui finalmente chegamos na equação que nos fornece a intensidade do empuxo! Ela depende da massa (mL), da densidade (dL) e também do volume (VL) que foi deslocado desse líquido.

Dica salvadora! Este mesmo princípio que acabamos de estudar também vale para objetos parcialmente imersos. A única diferença é que o empuxo sofrido por estes objetos será proporcional ao volume deles que está imerso!

mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

Temos um exercício para você praticar o que acabamos de estudar sobre empuxo!



Exercício 9: Uma pedra com volume de 50mL cai em um copo com água. Qual o empuxo sofrido pela pedra quando está totalmente submersa? (dados: g= 10m/s² , 1000L = 1m³ e dH2O= 1000 kg/m³)

a) 5N

b) 2N

c) 0,5N

d) 0,2N

e) 1N




Correta: C

Resolução em:

Módulo: MPA - PRINCÍPIO DE PASCAL E EMPUXO

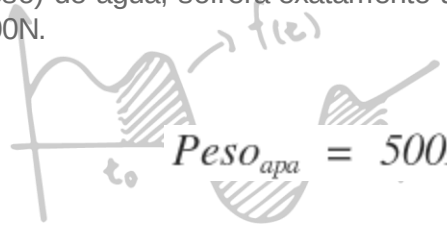
Lista: EMPA04EX - Exercícios de Compreensão #01 - Teorema de Arquimedes

## PESO APARENTE

O peso aparente é o peso que um objeto parece ter quando inserido em um líquido. Ele pode ser calculado subtraindo o empuxo do peso real do objeto:

$$Peso_{apa} = Peso_{real} - E$$

Se um objeto de 50kg (500N de peso) for imerso em água e deslocar 30 kg (300N de peso) de água, sofrerá exatamente um empuxo de 300N e seu peso aparente será de 200N.



$$Peso_{apa} = 500N - 300N = 200N$$

mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

## COMO AS COISAS FLUTUAM?

Agora que conhecemos o conceito de empuxo, podemos finalmente entender como alguns objetos flutuam. Como sabemos, o empuxo depende do volume de líquido que o corpo desloca, certo? Sendo assim, para que um corpo flutue, precisa deslocar um peso de líquido maior que seu próprio peso. Se ele conseguir isso, a intensidade do empuxo será maior que o peso do próprio objeto e, consequentemente, ele será empurrado para cima!

Agora vamos pensar de outra maneira: se o corpo deslocar um peso de líquido maior que seu próprio peso, isso quer dizer que ele é menos denso que este líquido, certo? Pois então, agora chegamos a uma conclusão que nos permite facilmente descobrir se um objeto vai boiar ou não! Se ele for mais denso que o líquido em que está inserido, irá afundar; caso seja menos denso, irá flutuar!

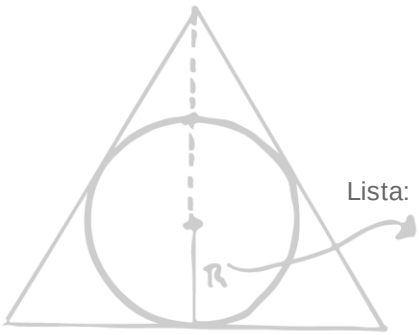
> Muito importante! Todos esses princípios sobre empuxo que acabamos de estudar também valem para os gases. Como o ar atmosférico também é um gás, podemos deduzir que todos nós sofremos um empuxo causado pela atmosfera. Guarde esta informação, vamos utilizá-la em seguida, ao falarmos sobre o balonismo.

Agora é sua vez de praticar! Aproveite estes exercícios para verificar se o conceito de empuxo ficou claro.

Exercício 10: Celso Portiolli, em seu programa matinal, resolveu brincar de “Flutua ou Afunda”. Se ele colocar uma bola de borracha oca, com 200g e 5cm de raio, em um recipiente com água, a bolinha vai afundar ou boiar? Por quê? (dados: g= 10m/s² e dh20= 1000 kg/m³).

a) Afundar, pois o peso de 2N é maior do que o empuxo de 1,6 N.
b) Boiar, pois o empuxo (6N) é maior do que o peso (2N).
c) Boiar, já que tudo boia quando tem ar dentro.
d) Afundar, uma vez que a borracha é mais densa do que a água.
e) Afundar, pois não há empuxo sobre a bolinha quando ela está parada.

mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.



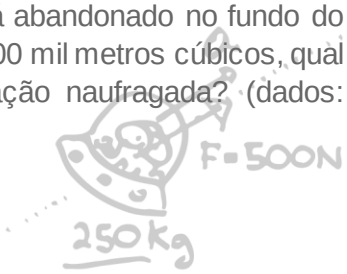
Correta: B

Resolução em:

Módulo: MPA - PRINCÍPIO DE PASCAL E EMPUXO

Lista: EMPA06EX - Exercícios de Compreensão #01 - Flutuação

Exercício 11: Um navio cargueiro de 500 mil toneladas está abandonado no fundo do oceano. Considerando que o navio tem um volume total de 100 mil metros cúbicos, qual a força que o fundo do oceano aplica sobre a embarcação naufragada? (dados: densidade da água salgada = 1040 kg/m³).



a) 4 x 10^9

b) 4 x 10^8

c) 5 x 10^8

d) 1 x 10^8

e) 5 x 10^^9

Correta: A

Resolução em:

Módulo: MPA - PRINCÍPIO DE PASCAL E EMPUXO

Lista: EMPA09EX - Exercícios de Compreensão #02 - Peso aparente e fração imersa

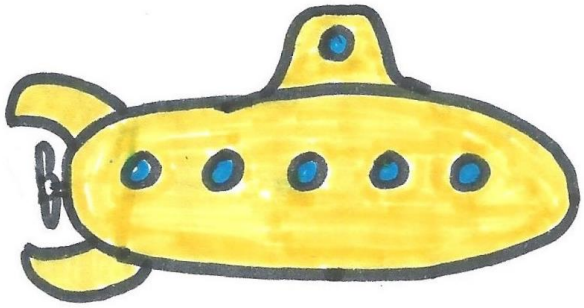
**SUBMARINOS**

E agora finalmente vamos entender qual o truque físico que está por trás da movimentação vertical dos submarinos!

Quando um submarino precisa emergir, é necessário que o empuxo seja maior que o peso dele, certo? Já quando ele quer submergir até o fundo do mar, é necessário que o empuxo seja menor que o peso. Agora temos um problema: sabemos que o empuxo depende do volume de líquido que o submarino desloca, mas, se o submarino é feito de metal, como vamos variar o volume dele? Bem, não vamos! A ideia vai ser variar o peso do próprio submarino conforme a necessidade. Mas espera aí, como isso é feito? Através de tanques, que absorvem ou expulsam água de dentro do submarino!

mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

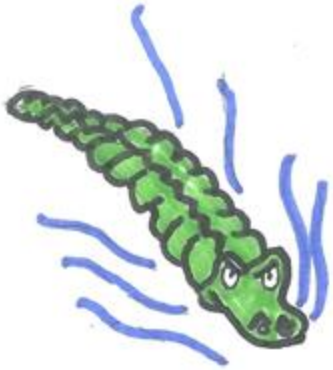
O submarino consegue regular sua densidade através desse controle, deixando-a maior ou menor em relação à àgua. Desta maneira, ele consegue ir do fundo do mar até a superfície apenas utilizando a Física, sem precisar de nenhum motor ligado!






## CROCODILOS

Um fato surpreendente é que os crocodilos (sim, os animais!) utilizam a mesma ideia que os submarinos para se esconder de suas presas. Vamos entender: quando os crocodilos querem caçar, eles engolem algumas pedras, aumentando assim o seu peso e consequentemente sua densidade. Fazendo isso, eles afundam e conseguem se movimentar em baixo da linha de água, evitando que suas presas os vejam antes do ataque. Cientistas já encontraram mais de 4kg de pedras dentro de crocodilos grandes. Não é genial? Só a Física mesmo para encontrar algo em comum entre os crocodilos e os submarinos.



mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.

**BALONISMO**

Alguma vez você já notou que existe uma chama nos balões? Pois então, você sabe para que ela serve? Ela simplesmente é responsável por fazer os balões levantarem voo! Essa chama serve para esquentar o ar que existe dentro do balão, tornando-o menos denso que o ar da atmosfera. Como consequência dessa diminuição de densidade, a força peso do balão se torna menor que o empuxo gerado pelo ar atmosférico. Como a força empuxo age na vertical para cima, o balão levanta voo!

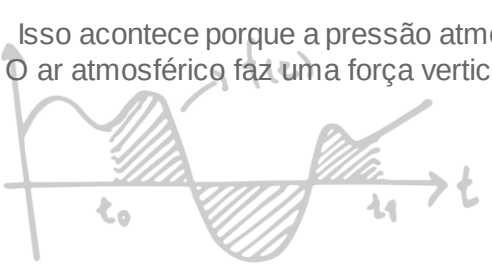
Vale relembrar! A força de empuxo que um objeto sofre quando inserido em um líquido depende de seu volume, não de sua massa!

## HIDROSTÁTICA NA PRÁTICA

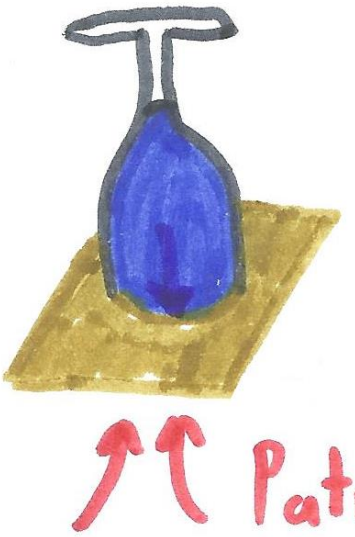
Antes de finalizarmos nosso estudo sobre a Hidrostática, vamos propor um desafio bem simples para você! Você só vai precisar de uma folha de papel e um copo. Não faça isso perto do seu computador!

A primeira coisa que você deve fazer é encher o copo de água e cobrir a abertura dele com o pedaço de papel. Em seguida, vire o copo de cabeça para baixo. O papel ficou grudado na boca do copo? Muito massa, não é?

Isso acontece porque a pressão atmosférica é maior que a pressão da coluna de água. O ar atmosférico faz uma força vertical para cima, sustentando o papel.




mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.







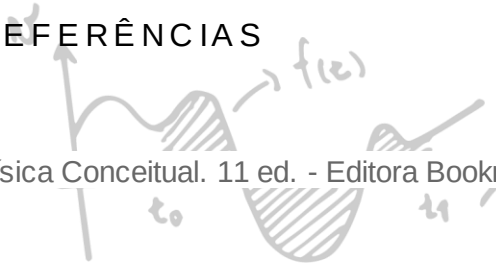
## CONCLUSÃO

E aí, percebeu quanta coisa do nosso cotidiano a Hidrostática explica? A Física é demais, não é? Lembre-se sempre de revisar todos os conceitos que vimos nessa apostila. É fundamental que você os tenha sempre frescos na sua cabeça, assim será muito mais fácil conseguir relacioná-los com suas respectivas aplicações!

Começaremos a estudar um ramo totalmente diferente da Física em nossa próxima apostila, a Eletricidade – a Eletrostática, mais especificamente. Esperamos você lá!




## REFERÊNCIAS




Física Conceitual. 11 ed. - Editora Bookman, 2011 - Porto Alegre. Hewitt, Paul G.

mesalva.com
Todos os direito reservados © Me Salva! 2017.