

## Hidrostatica: pressão

### Resumo

---

Para iniciar o estudo da Hidrostática, faz-se necessário o conhecimento de algumas grandezas básicas:

**Massa específica:** É a grandeza definida pela razão entre a massa e o volume das substâncias homogêneas (é uma característica do material e costuma ser representada pelas letras  $\mu$  ou  $\rho$ ).

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

**Densidade Absoluta (d):** possui a mesma razão que a massa específica, mas é usada para qualquer corpo ou substância (Exemplo: uma garrafa de plástico pode mudar de densidade à medida que a enchemos ou a esvaziamos de água, ou seja, a massa muda para um mesmo volume).

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

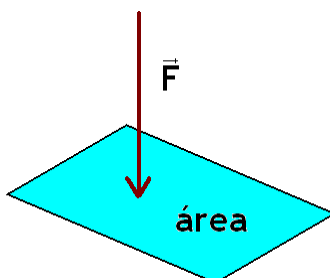
**Unidade ( $\mu$  ou  $d$ ):**  $\text{kg/m}^3$ .

Obs.: é comum o uso de outras unidades diferente do Sistema Internacional. Por exemplo, para a água:  $d = 1,0 \text{ kg/L}$  ou  $d = 1\text{g/cm}^3$ . No S.I.  $\Rightarrow d = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

### Pressão

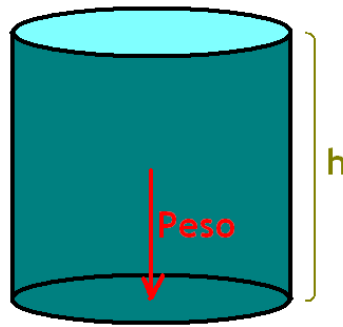
É a grandeza escalar que corresponde à razão entre a resultante perpendicular (normal) das forças e sua área de atuação.

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



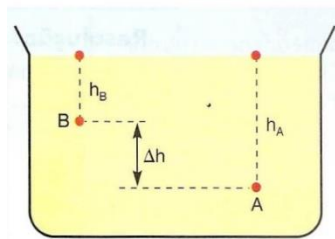
**Unidade:**  $\text{N/m}^2 = \text{Pa}$  (Pascal).

- Pressão de uma coluna de líquido (Pressão Hidrostática)



$$P_{hidro} = \mu gh$$

### Teorema de Stevin



Consideremos um líquido de massa específica  $\mu$ , em equilíbrio no recipiente da figura. Sejam os pontos A e B do líquido situados a uma distância  $h_A$  e  $h_B$ , respectivamente, da superfície do líquido. Pode-se mostrar que

$$P_A = P_B + \mu g \Delta h$$

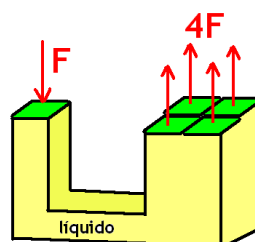
**Obs.:** Se o ponto B estiver na superfície do líquido, a pressão exercida pelo ar é a pressão atmosférica, e a equação acima toma a forma  $P_A = P_{atm} + \mu gh$ , onde  $h$  é a altura (desnível) entre a superfície e o ponto A.

**Obs.:** A pressão atmosférica suporta uma coluna de 10 m de água. Isso quer dizer que uma pessoa a 20 m de profundidade tem uma pressão de aproximadamente 3atm (1atm do ar e 2atm pela água).

### Princípio de Pascal

Se uma força é feita em uma área de um líquido incompressível, há uma pressão que é transmitida para todos os pontos do líquido.

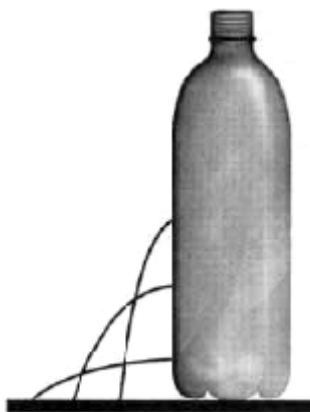
Isso significa que uma força  $F$  feita em uma área  $A$  produz uma força  $4F$  em uma área  $4A$ , isto é, a pressão transmitida é constante.



Quer ver este material pelo Dex? Clique [aqui](#)

## Exercícios

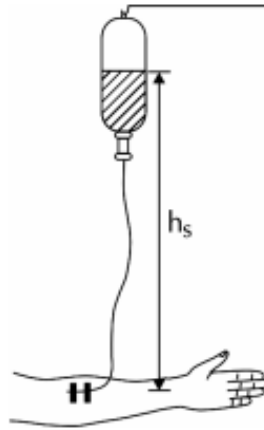
1. Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia de água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água, conforme ilustrado na figura.



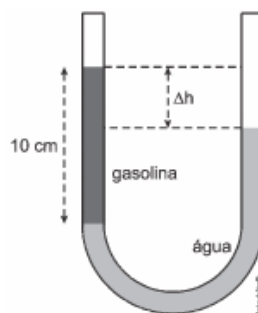
Como a pressão atmosférica interfere no escoamento da água, nas situações com a garrafa tampada e destampada, respectivamente?

- a) impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.
  - b) impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
  - c) impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
  - d) impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; regula a velocidade de escoamento, que só depende da pressão atmosférica.
  - e) impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.
2. O mergulhador Herbert Nitsch conseguiu atingir uma profundidade de 214 m abaixo da superfície em um mergulho com uma única respiração em 2007. No ponto mais profundo o mergulhador está sujeito a uma pressão de aproximadamente:  
(Considere pressão atmosférica local como  $1 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ atm}$ )
- a) 100 atm
  - b) 214 atm
  - c) 21,4 atm
  - d) 22,4 atm
  - e) 42,8 atm

3. É do conhecimento dos técnicos de enfermagem que, para o soro penetrar na veia de um paciente, o nível do soro deve ficar acima do nível da veia (conforme a figura a seguir), devido à pressão sanguínea sempre superar a pressão atmosférica. Considerando a aceleração da gravidade de  $10\text{m/s}^2$ , a densidade do soro  $1\text{g/cm}^3$ , a pressão exercida, exclusivamente, pela coluna do soro na veia do paciente  $9 \times 10^3\text{Pa}$ , a altura em que se encontra o nível do soro do braço do paciente, para que o sangue não saia em vez de o soro entrar, em metros, é de:



- a) 0,5  
b) 0,8  
c) 0,7  
d) 0,6  
e) 0,9
4. Um tubo em forma de U, aberto nos dois extremos e de seção reta constante, tem em seu interior água e gasolina, como mostrado na figura.



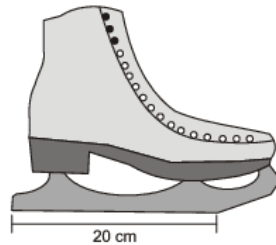
Sabendo que a coluna de gasolina (à esquerda) é de 10 cm, qual é a diferença de altura  $\Delta h$ , em cm, entre as duas colunas?

**Dados:** Densidade volumétrica da água  $\rho_{\text{água}} = 1\text{ g/cm}^3$

Densidade volumétrica da gasolina  $\rho_{\text{gasolina}} = 0,75\text{ g/cm}^3$

- a) 0,75  
b) 2,5  
c) 7,5  
d) 10  
e) 25

5. Analisando o diagrama de fases da água, conclui-se que é possível liquefazer o gelo por aumento de pressão. A 1,0 atm e  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por exemplo, essa pressão é da ordem de 140 atm. Esse processo é apresentado, através de um modelo simplificado, em livros didáticos do ensino médio, quando se considera, por exemplo, que um patinador desliza no gelo com base apenas nesse fenômeno. Desse modo, considere um patinador sobre o gelo usando um patim conforme a especificação da figura a seguir e admita que a espessura do metal em contato com o gelo é de 1,0 mm.



Com base nas informações acima, calcule a massa, em kg, que o patinador deve ter, de modo a liquefazer o gelo por pressão, e confirme se o modelo é, ou não, adequado.

**Dados:**  $g = 10\text{ m/s}^2$ ;  $1\text{ atm} = 10^5\text{ N/m}^2$

- a) 11, não.  
b) 40, sim.  
c) 80, sim.  
d) 140, não.  
e) 280, não.
6. Fossas abissais ou oceânicas são áreas deprimidas e profundas do piso submarino. A maior delas é a depressão Challenger, na Fossa das Marianas, com 11033 metros de profundidade e temperatura da água variando entre  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . De acordo com o texto, pode-se dizer que a pressão total sofrida por um corpo que esteja a uma altura de 33 m acima do solo dessa depressão e a variação de temperatura na escala absoluta (Kelvin) valem, respectivamente
- a)  $1,101 \cdot 10^8\text{ N/m}^2$  e 2K.  
b)  $11,01 \cdot 10^8\text{ N/m}^2$  e 2K.  
c)  $1,101 \cdot 10^8\text{ N/m}^2$  e 275K.  
d)  $11,01 \cdot 10^8\text{ N/m}^2$  e 275K.  
e)  $110,1 \cdot 10^8\text{ N/m}^2$  e 2K.
7. Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devido ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas. Uma das formas de prevenir o problema da compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais
- a) largos, reduzindo a pressão sobre o solo.  
b) estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.  
c) largos, aumentando a pressão sobre o solo.  
d) estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.  
e) altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

8. 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:
- $F_1 / 4$
  - $F_1 / 2$
  - $2F_1$
  - $4F_1$
9. A amarelinha é uma brincadeira em que, em alguns momentos, a criança deve se apoiar com os dois pés no chão e, em outros, com apenas um. Quando uma criança está equilibrada somente sobre um pé, a pressão exercida por ela sobre o chão, comparada com a pressão que é exercida quando a criança tem seus dois pés apoiados é
- quatro vezes maior.
  - duas vezes maior.
  - numericamente igual.
  - duas vezes menor.
  - quatro vezes menor.
10. Ao utilizar um sistema de vasos comunicantes ideal cujos diâmetros das seções transversais circulares valem  $2,0 \text{ cm}$  e  $10,0 \text{ cm}$ , respectivamente, conforme figura.



É desejável elevar veículos a velocidade constante, cuja carga máxima seja de até  $4000,0 \text{ kg}$ . Considerando a gravidade local igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , o módulo da força  $F_1$ , em newtons, necessária para elevar esta carga máxima, vale

- $40000,0$
- $10000,0$
- $4000,0$
- $1600,0$
- $1000,0$

## Gabarito

1. A

Para que a pressão interior fosse maior que a pressão atmosférica, a coluna de água deveria ter mais de 10m. Logo, a água não sairá com a garrafa fechada.

Abrindo-se a garrafa, a pressão no orifício aumenta com a profundidade em relação à superfície da água, acarretando maior velocidade na saída.

2. D

$$\frac{\text{A cada } 10 \text{ m de profundidade}}{214 \text{ m}} = \frac{\text{A pressão aumenta } 1 \text{ atm}}{x} \rightarrow x = 21,4 \text{ atm}$$

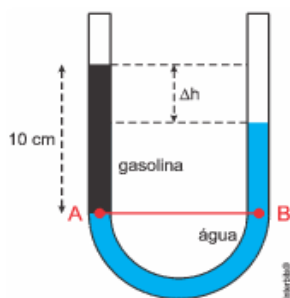
Não podemos nos esquecer da influência da pressão atmosférica que vale 1 atm.

Logo, a pressão tota é a soma das pressões anteriores, ou seja, 22,4 atm.

3. E

$$p = \rho gh \rightarrow 9 \cdot 10^3 = 10^3 \cdot 10 \cdot h \rightarrow h = 0,9 \text{ m}$$

4. B



$$p_A = p_B$$

$$\rho_A g h_A = \rho_B g h_B$$

$$\rho_A h_A = \rho_B h_B$$

$$1 h_A = 0,75 \cdot 10$$

$$h_A = 7,5 \text{ cm}$$

$$\Delta h = h_g - h_a = 10 - 7,5 = 2,5 \text{ cm}$$

5. E

$$P = 140 \text{ atm} \Rightarrow P = 140 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \Rightarrow P = 140 \times 10^5 \frac{\text{N}}{(10^3)^2 \text{ mm}^2} = 14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Área} = 1,0 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} = 200 \text{ mm}^2$$

$$\text{Aceleração da gravidade} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10^4 \frac{\text{mm}}{\text{s}^2}$$

$$\Sigma F = \text{Peso} = \text{massa} \times \text{aceleração da gravidade}$$

$$P (\text{pressão}) = \frac{\Sigma F (\text{força})}{A (\text{área})}$$

Então:

$$P (\text{pressão}) = \frac{\Sigma F (\text{força})}{A (\text{área})}$$

$$14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \frac{m \text{ kg} \times 10^4 \text{ mm.s}^{-2}}{200 \text{ mm}^2} \Rightarrow 14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \frac{m \text{ kg} \times 10^4 \times 10^{-3} \text{ m.s}^{-2}}{200 \text{ mm}^2} = 280 \text{ kg}$$

Para um patinador carregar uma massa de 280 kg seria muito complicado, logo este valor é inadequado.

6. A

A pressão total é dada pela soma da pressão atmosférica e a pressão hidrostática:

$$p_{total} = p_{atm} + p_h$$

$$p_{atm} = 1,01 \cdot 10^5 Pa \text{ e } p_h = \rho gh = 1000 \cdot 10 \cdot 11000 = 1,1 \cdot 10^8 Pa$$

$$p_{total} = 1,01 \cdot 10^5 + 1,1 \cdot 10^8 = 1,101 \cdot 10^8 Pa$$

A variação de temperatura na escala Kelvin tem a mesma variação na escala Celsius, pois as duas escalas são centígradas, logo  $\Delta T = 2^\circ C = 2K$ .

7. A

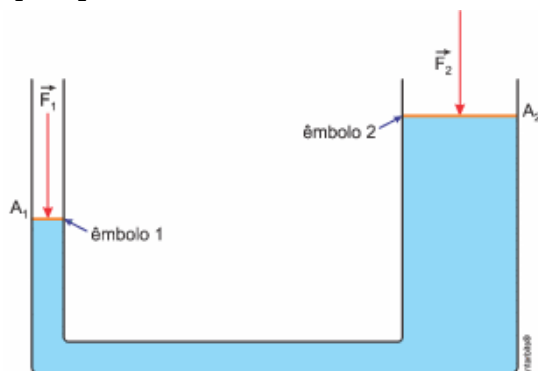
A pressão média ( $p_m$ ) é a razão entre o módulo da força normal aplicada sobre uma superfície e a área (A) dessa superfície:

$$p_m = \frac{|F_{normal}|}{A}$$

De acordo com essa expressão, para prevenir a compactação, deve-se diminuir a pressão sobre o solo: ou se trabalha com tratores de menor peso, ou aumenta-se a área de contato dos pneus com o solo, usando pneus mais largos.

8. D

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow \frac{F_1}{15} = \frac{F_2}{60} \rightarrow F_2 = 4F_1$$



9. B

A pressão é dada pela razão entre a intensidade da força normal aplicada e a área de aplicação. Nesse caso, a intensidade da força normal é igual à do peso da criança. Quando apoiada somente em um pé, a área de apoio reduz à metade, dobrando a pressão.

10. D

$$p_1 = p_2$$

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

$$\frac{F_1}{\pi R_1^2} = \frac{m_2 g}{\pi R_2^2}$$

$$F_1 = \frac{m_2 g \cdot \pi R_1^2}{\pi R_2^2}$$

$$F_1 = \frac{4000 \cdot 10 \cdot (0,02)^2}{0,1^2} = 1600N$$