



HIDROSTÁTICA

FLUIDOS EM EQUILÍBRIO ESTÁTICO

Densidade volumétrica

Densidade absoluta ou massa específica

Dedine-se massa específica μ como sendo a razão entre a massa de um corpo m e o volume que esta massa ocupa V_m . A massa específica depende da substância que constitui o corpo.

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

Densidade do corpo

Dedine-se densidade do corpo d como sendo a razão entre a massa de um corpo m e o volume ocupado pelo corpo V_T . A densidade do corpo depende da sua forma.

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

Densidade de uma mistura de líquidos

Dedine-se densidade de uma mistura de líquidos d_m como sendo a razão entre a massa da mistura m_m e o volume ocupado pela mistura V_m . A densidade do corpo depende da sua forma.

$$d_m = \frac{m_m}{V_m} = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n}$$

Atenção!

Unidades de densidade volumétrica

No SI: Kg/m^3

No CGS: g/cm^3

No Sistema Técnico: utm/m^3

Usuais: $Kg/l, g/l \dots$

Atenção!

- $1g/cm^3 = 10^3 Kg/m^3$

- Densidade é uma grandeza escalar.

Peso específico

O peso específico ρ é definido como sendo a razão entre o peso do corpo e o seu volume.

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

Atenção!

Unidades de densidade volumétrica

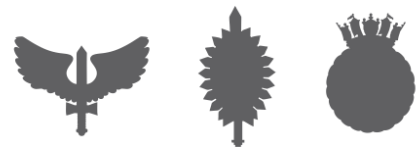
No SI: N/m^3

No CGS: $dina/cm^3$

No Sistema Técnico: kgf/m^3

Usuais: $N/cm^3, N/l \dots$

O peso específico é uma grandeza escalar.



Pressão

Define-se pressão **P** como sendo a razão entre a força normal **F_N** à uma superfície e a área **S** onde esta força atua.

$$P = \frac{F_N}{S}$$

Unidades

No SI: N/m² = pascal (Pa)

No CGS: dina/cm² = bária (ba)

No Sistema Técnico: Kgf/m²

Usuais: N/cm², atmosfera (atm), mmHg, cmHg ...

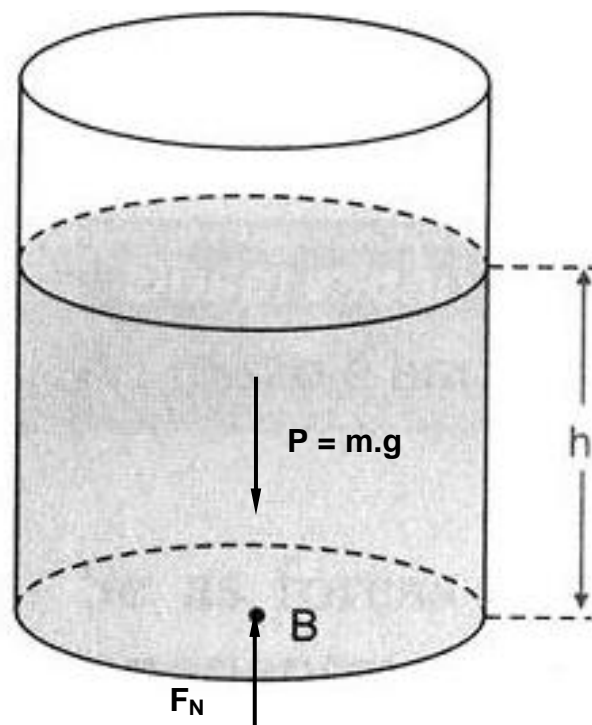
Atenção!

- 1 atm ≈ 760 mmHg = 76 cmHg ≈ 10⁵ Pa

- A pressão é uma grandeza escalar.

Pressão hidrostática

A pressão hidrostática é a pressão exercida pela coluna de um fluido na sua parte inferior. Esta pressão é determinada da seguinte forma:

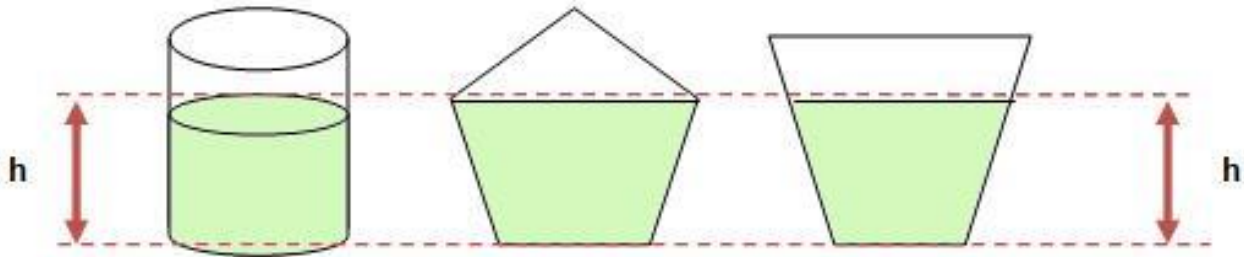


$$P_{\text{hidrostática}} = \frac{F_N}{S} = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{d_L \cdot V \cdot g}{S}$$

$$P_{\text{hidrostática}} = d_L \cdot h \cdot g$$



Atenção!
Paradoxo hidrostático

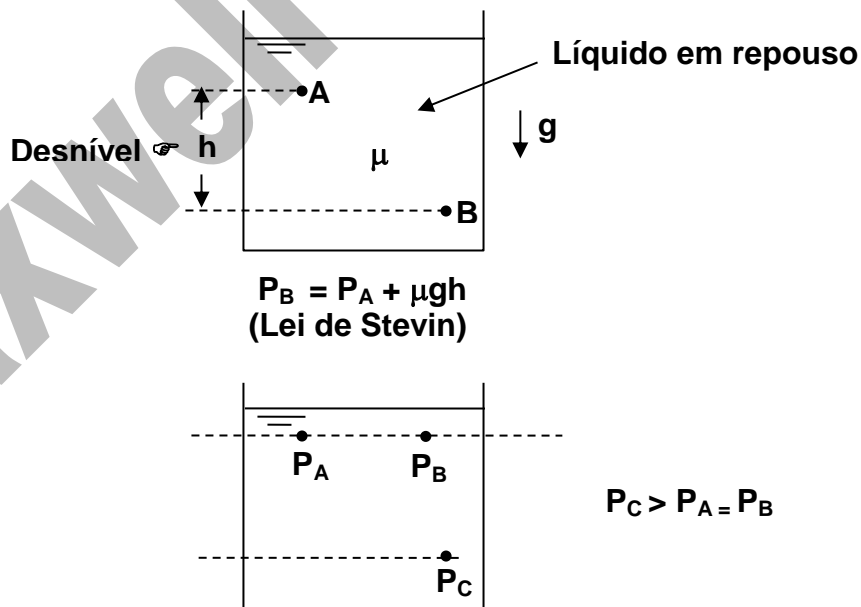


A pressão exercida pelo líquido na base de todos os recipientes é a mesma independentemente da quantidade de líquido e da forma do recipiente.

Propriedades dos vasos comunicantes

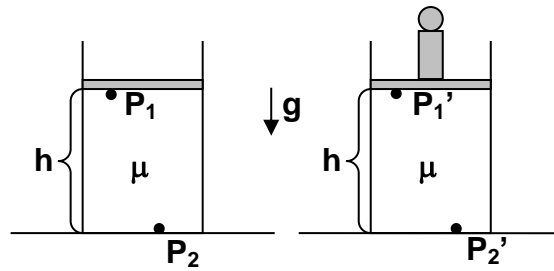
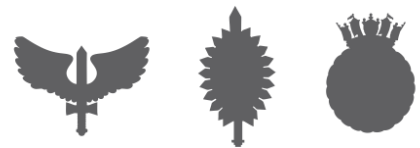


Lei de Stevin



Princípio de Pascal

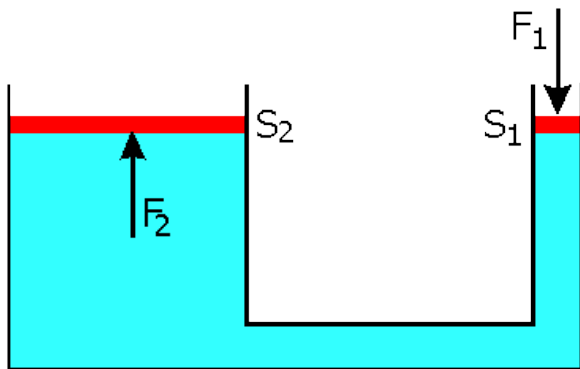
O acréscimo de pressão ΔP produzido em um determinado ponto de um líquido em equilíbrio é transmitido a todos os pontos deste líquido.



$$\begin{aligned}
 P_2 - P_1 &= \mu gh \\
 P_2' - P_1' &= \mu gh \\
 P_2 - P_1 &= P_2' - P_1' \\
 \Delta P_1 &= \Delta P_2 \\
 \text{(Princípio de Pascal)}
 \end{aligned}$$

Atenção!

Uma das aplicações do Princípio de Pascal é o sistema hidráulico.



$$\boxed{\Delta P_1 = \Delta P_2} \therefore \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_2 = \frac{S_1}{S_2} F_1$$

$$\boxed{V_1 = V_2} \Rightarrow S_1 h_1 = S_2 h_2$$

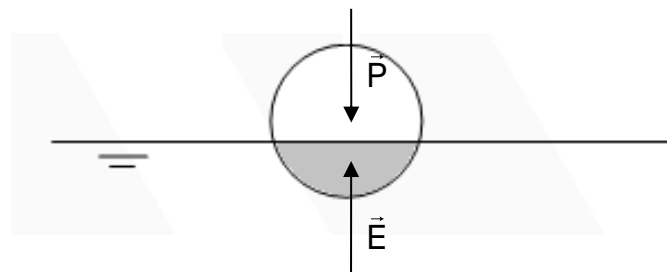
$$W_1 = F_1 h_1$$

$$W_1 = \frac{S_2}{S_1} F_1 h_2 \therefore W_1 = F_2 h_2 \Rightarrow \boxed{W_1 = W_2}$$

Prensa hidráulica

Lei do empuxo

Quando um corpo está totalmente ou parcialmente imerso em um fluido ele é impulsionado pelo fluido verticalmente para cima por uma força denominada de empuxo **E**, cujo módulo é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo **P_{FD}**. O Empuxo atua no centro de gravidade do volume de fluido deslocado.



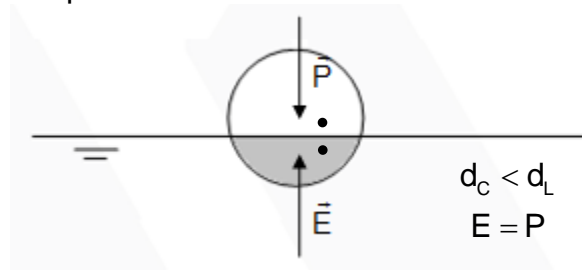
$$\mathbf{E = P_{FD} \text{ ou } E = \mu_F V_{FD} g}$$

(Lei do Empuxo)

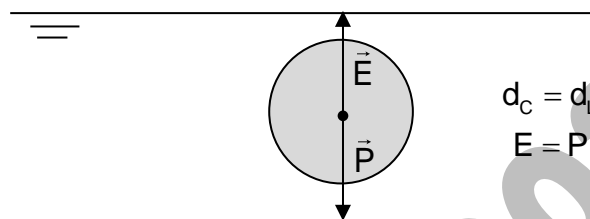


Atenção!

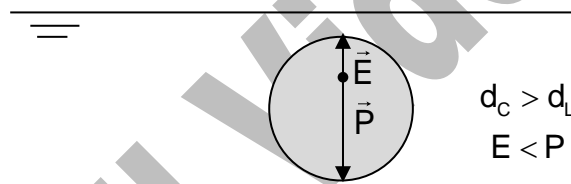
Quando um corpo é menos denso que um fluido ele fica em **equilíbrio estável** e parcialmente imerso no fluido, ou seja, o corpo flutua.



Quando um corpo tem a mesma densidade de um fluido ele fica em **equilíbrio indiferente** totalmente imerso no fluido, ou seja, o corpo fica parado em qualquer ponto no interior do líquido.

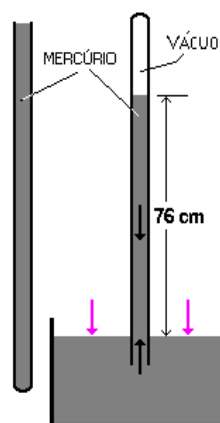


Quando o corpo é mais denso que o fluido ele afunda e só para se alguém intervir.



Experiência de Torricelli

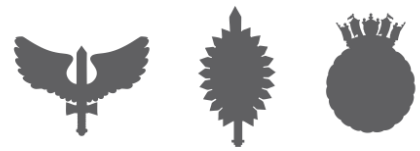
Para medir a pressão atmosférica Torricelli usou a seguinte ideia:



$$P_{atm} = d_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg}$$

$$P_{atm} = 13,6 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 0,76$$

$$P_{atm} \cong 1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ ou Pa}$$

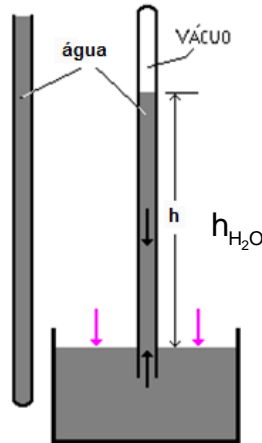


Atenção!

A pressão atmosférica ao nível do mar vale:

$$P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 10^5 \text{ Pa}$$

Ex.:



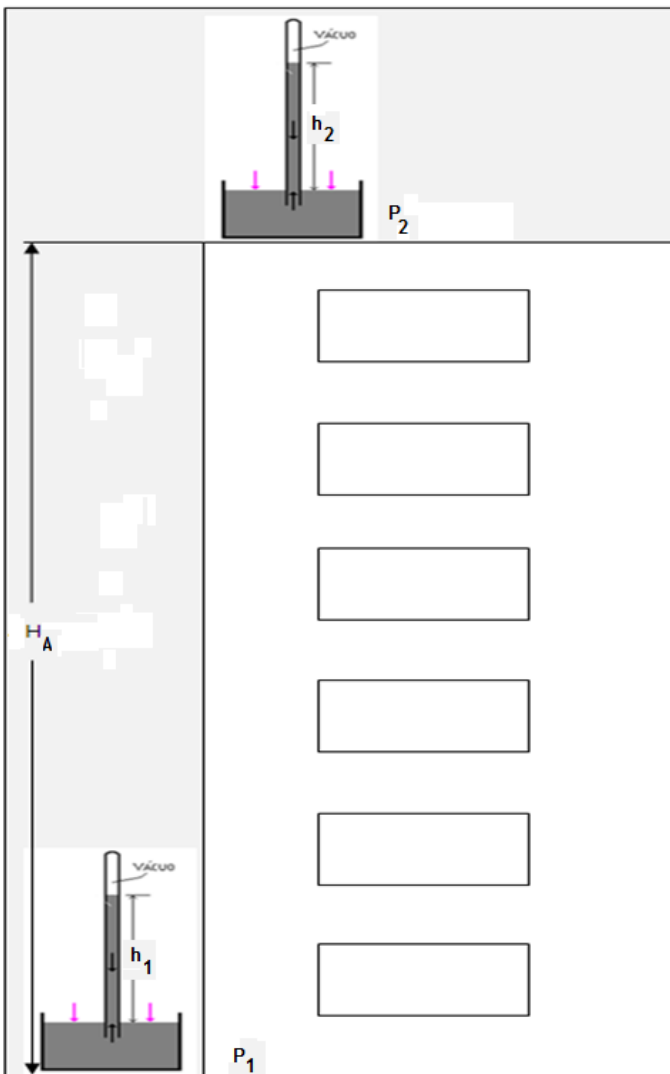
$$P_{\text{atm}} = d_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g \cdot h_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$10^5 = 10^3 \cdot 10 \cdot h_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$h_{\text{H}_2\text{O}} = 10 \text{ m}$$

Ao mergulharmos em água, a pressão aumenta em 1 atm aproximadamente a cada 10 metros de profundidade.

Atenção!



$$P_1 = P_2 + \mu_{\text{ar}} \cdot g \cdot H_P$$

$$P_1 = \mu_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_1$$

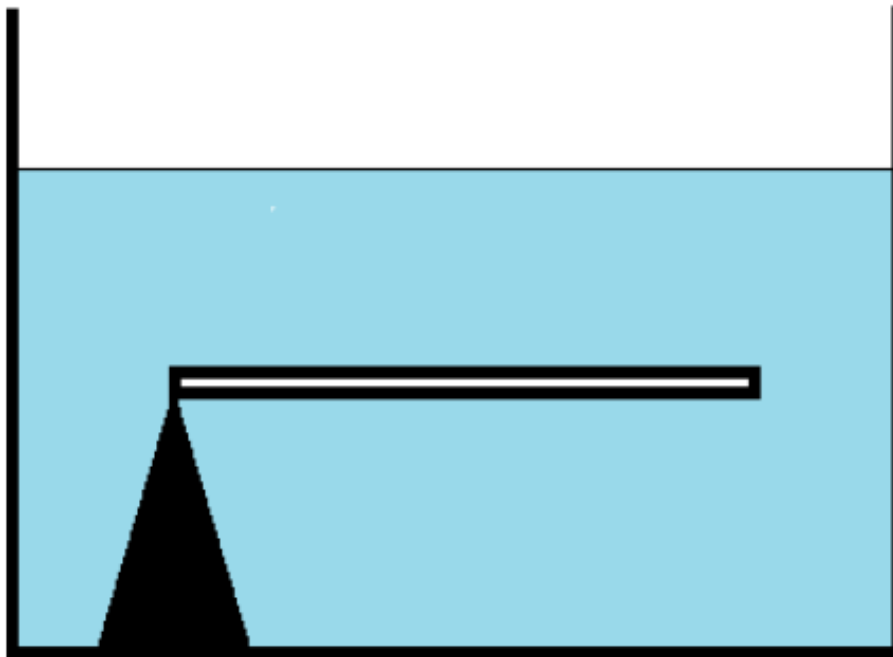
$$P_2 = \mu_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_2$$

$$\mu_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_1 = \mu_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_2 + \mu_{\text{ar}} \cdot g \cdot H_P$$

$$\mu_{\text{Hg}} \cdot (h_1 - h_2) = \mu_{\text{ar}} \cdot H_P$$



01. (EFOMM)



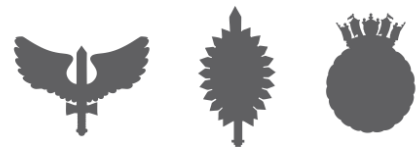
Uma barra com peso de 20N, cuja massa não é uniformemente distribuída, está em equilíbrio dentro de um recipiente com água, como mostrado na figura dada. O apoio apenas oferece reação na vertical. O volume da barra é igual a 500 cm^3 . Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, a massa específica da água igual a 10^3 kg/m^3 e que o centro de gravidade da barra está a 30 cm da extremidade apoiada, o comprimento da barra é igual a

- A) 2,0 m.
- B) 2,1 m.
- C) 2,2 m.
- D) 2,3 m.
- E) 2,4 m.

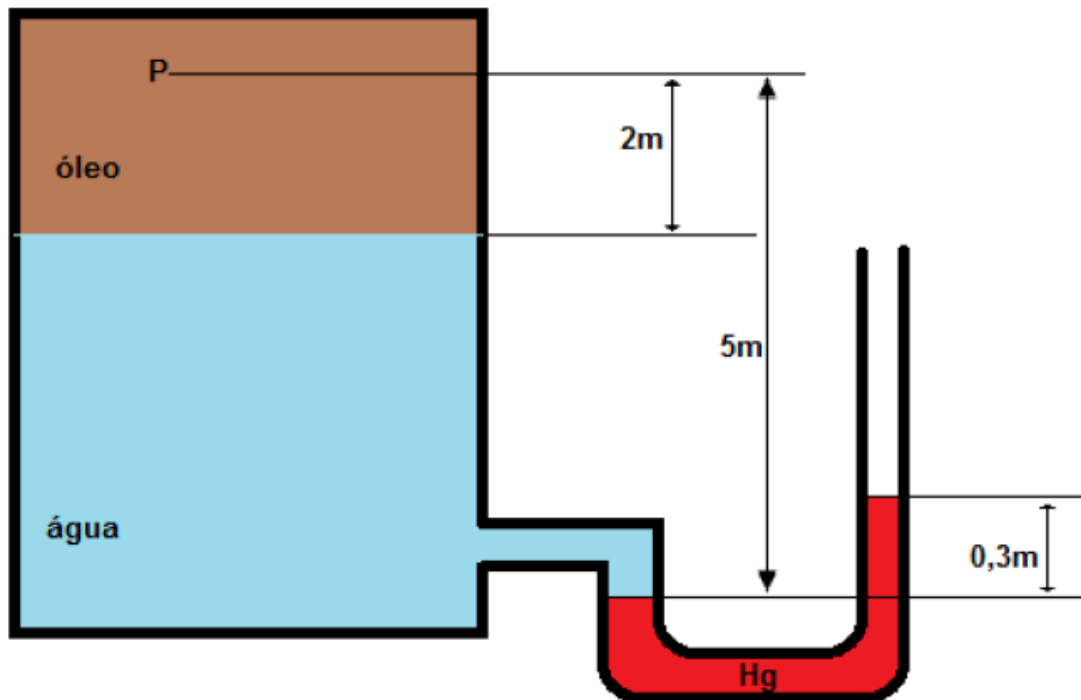
02. (EFOMM) Uma pessoa de massa corporal igual a 75,0 kg flutua completamente submersa em um lago de densidade absoluta 1500 kg m^{-3} . Ao sair do lago, essa mesma pessoa estará imersa em ar na temperatura de 20°C , à pressão atmosférica (1 atm), e sofrerá uma força de empuxo, em newtons, de

Dado: densidade do ar (1 atm, 20°C) = $1,20 \text{ kg/m}^3$.

- A) 1,50
- B) 1,20
- C) 1,00
- D) 0,80
- E) 0,60



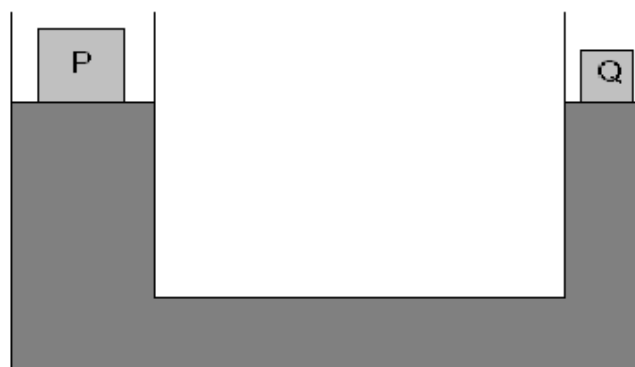
03. (EFOMM) Um recipiente com óleo e água está conectado a um tubo em forma de U, como mostrado na figura.



São dados: $\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{óleo}} = 750 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$. A pressão manométrica no ponto P, indicado na figura, é igual a

- A) -2200 Pa
- B) -3200 Pa
- C) -4200 Pa
- D) -5200 Pa
- E) -6200 Pa

04. (EFOMM) Na figura, temos a representação de uma prensa hidráulica em equilíbrio, com seus êmbolos nivelados. A carga P tem peso de módulo 220 newtons e está apoiada sobre um êmbolo de área igual a 100 cm^2 .

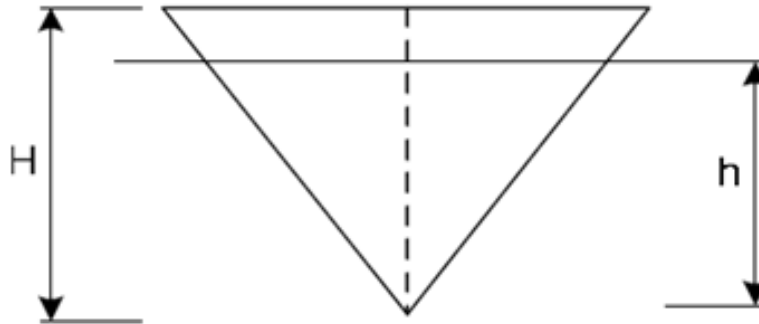


A carga Q está apoiada no outro êmbolo cuja área é de $50,0 \text{ cm}^2$. Sendo $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, a massa, em gramas, da carga Q, é

- A) 1100
- B) 2200
- C) 11000
- D) 22000
- E) 110000



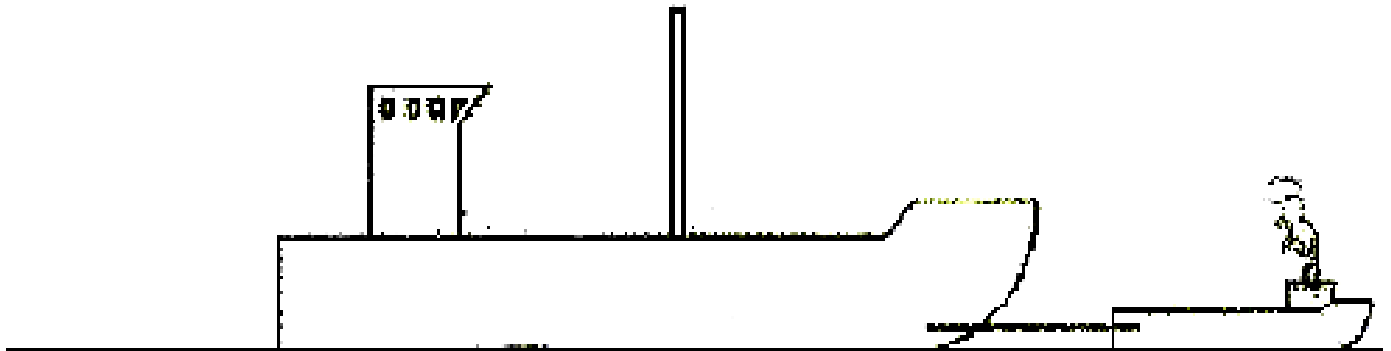
05. (EFOMM) Um iceberg com densidade uniforme tem sua seção reta na forma de um triângulo isósceles, sendo a base maior (lado flutuante) paralela à superfície da água do mar, e medindo o dobro da altura H (ver figura).



Considerando a massa específica do gelo igual a 90% da massa específica da água do mar, a razão h/H , é

- A) $3/\sqrt{10}$
- B) $10/11$
- C) $9/10$
- D) $1/\sqrt{10}$
- E) $1/10$

06. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



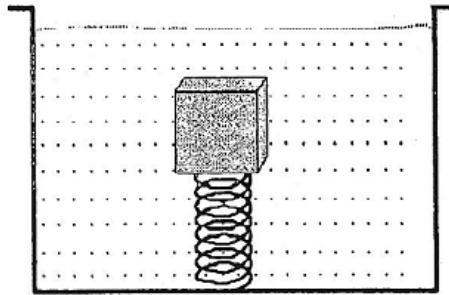
Um rebocador arrasta uma embarcação de 30 toneladas com velocidade constante, conforme indica a figura acima. A tração no cabo que puxa a embarcação é de $4,0 \cdot 10^5$ N. Assinale a opção que apresenta o módulo, em newtons, e esboça a direção e o sentido da força F que a embarcação exerce sobre a água.

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

- A) $5,0 \cdot 10^5$ ↘ F
- B) $5,0 \cdot 10^5$ ↙ F
- C) $4,0 \cdot 10^5$ ← F
- D) $3,0 \cdot 10^5$ ↓ F
- E) $3,0 \cdot 10^5$ ↑ F



07. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



A figura acima mostra um bloco de madeira preso a uma mola que tem sua outra extremidade presa ao fundo de um tanque cheio de água. Estando o sistema em equilíbrio estático, verifica-se que a força que a mola faz sobre o fundo do tanque é de 2,0 N, vertical para cima. Considere que a massa e o volume da mola são desprezíveis. Agora, suponha que toda a água seja retirada lentamente do tanque, e que ao final, o bloco permaneça em repouso sobre a mola. Com base nos dados apresentados, qual o módulo e o sentido da força vertical que a mola fará sobre o fundo do tanque?

Dados:

Densidade da água = 1000 kg/m^3

Densidade da madeira = 800 kg/m^3

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

- A) 12 N, para cima.
- B) 10 N, para baixo
- C) 10 N, para cima
- D) 8 N, para baixo
- E) 8 N, para cima.

08. (EFOMM) Deseja-se projetar um elevador hidráulico para um navio “Roll on – Roll off” (transporte - veículos), capaz de elevar veículos de massa até 3 toneladas, a 3,90 m de altura, utilizando-se canalizações de diâmetros 20 mm e 200 mm. A força (em N) necessária a ser aplicada pelo sistema hidráulico, capaz de cumprir essas condições máximas operacionais é de, aproximadamente

(dado $g = 10 \text{ m/s}^2$),

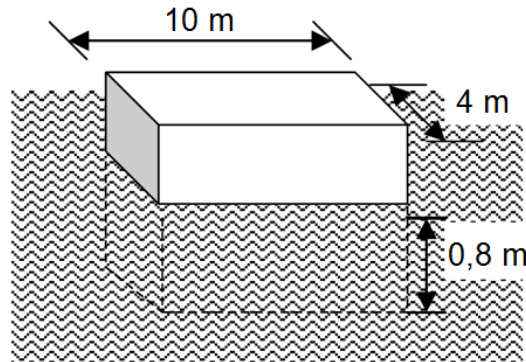
- A) 200
- B) 220
- C) 270
- D) 300
- E) 410

09. (EFOMM) É fato conhecido que, ao mergulhar em água, a pressão aumenta em 1 atm aproximadamente a cada 10 metros de profundidade. Suponha que um mergulhador, a serviço da PETROBRAS na bacia de campos, trabalhe a 130 metros de profundidade, ou seja, a pressão total sobre ele é de cerca de 14 atmosferas (considerando a pressão atmosférica). Assim sendo, a força normal exercida sobre cada cm^2 do seu corpo vale (em N), aproximadamente,

- A) 14
- B) 140
- C) 1400
- D) 14000
- E) 140000



10. (EFOMM) A figura abaixo refere-se a uma balsa flutuando em águas tranquilas, submersa de 80 cm. Um caminhão de 4 toneladas é colocado em cima da balsa.



O empuxo atuante na balsa e a altura submersa são, respectivamente:

Dados: $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $d_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3$

- A) 340000 N e 100 cm.
- B) 360000 N e 90 cm.
- C) 360000 N e 85 cm.
- D) 400000 N e 84 cm.
- E) 400000 N e 88 cm.

11. (EFOMM) Um mergulhador nada em águas de densidade 1049 kg/m^3 , a 120 m de profundidade. A intensidade da força em newtons, que age em cada cm^2 do seu corpo, é de aproximadamente:

Dados: $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $P_{\text{atm}} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

- A) 136
- B) 122
- C) 104
- D) 87
- E) 59

12. (EFOMM) Uma balança indica o peso de um bloco no ar igual a 80 N. ao ser mergulhado na água o mesmo passa a pesar 60 N, num local da Terra onde $g = 10 \text{ m/s}^2$. Sendo a densidade da água $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e desprezando-se o empuxo do ar, pode-se dizer que a massa do bloco, em quilogramas; o empuxo recebido pelo bloco na água, em Newtons; o volume do bloco, em m^3 ; e a sua densidade em kg/m^3 são, respectivamente,

- A) 6,0; 20; $2,5 \cdot 10^{-3}$ e $3 \cdot 10^3$
- B) 6,0; 30; $2 \cdot 10^{-3}$ e $2 \cdot 10^3$
- C) 6,0; 30; $2,2 \cdot 10^{-3}$ e $2,5 \cdot 10^3$
- D) 8,0; 20; $3 \cdot 10^{-3}$ e $4 \cdot 10^3$
- E) 8,0; 20; $2 \cdot 10^{-3}$ e $4 \cdot 10^3$

13. (EFOMM) Num dos tanques de um navio, estão armazenados $1200,3 \text{ cm}^3$ de um óleo combustível de 700,2 g de massa. O valor aproximado da densidade relativa desse combustível é:

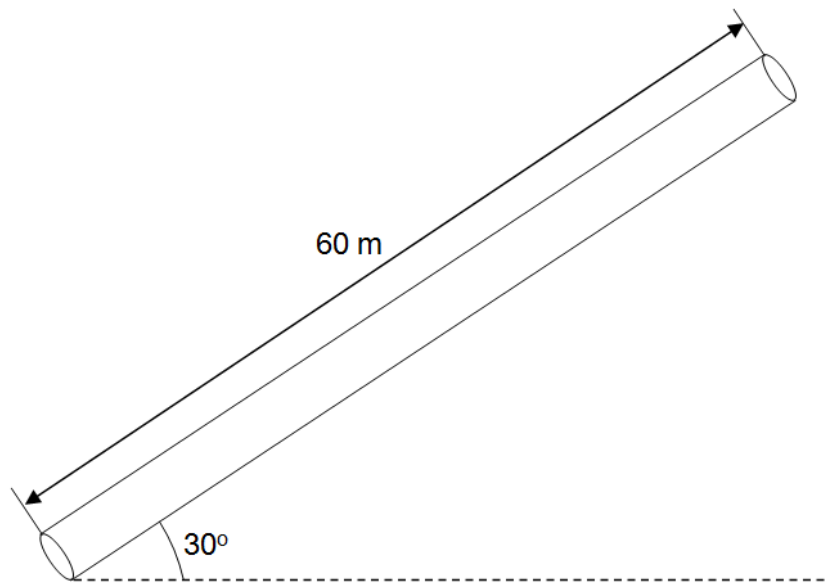
- A) $0,88 \cdot 10^{-1}$
- B) $1,62 \cdot 10^{-2}$
- C) $1,7 \cdot 10^{-1}$
- D) $5,04 \cdot 10^{-2}$
- E) $5,83 \cdot 10^{-1}$



14. (EFOMM) Um corpo tem forma cúbica de aresta 5 cm e flutua em água de massa específica 1000 kg/m^3 . A massa específica do corpo é de $0,8 \text{ kg/l}$. A altura submersa desse corpo é de:

- A) 4 cm
- B) 3,5 cm
- C) 3 cm
- D) 2,5 cm
- E) 2 cm

15. (EFOMM) Um tubo “A – B” (veja desenho) contém água. Sua extremidade “B” é aberta e a “A” fechada. Se o tubo for preenchido completamente, qual será a pressão efetiva na sua base?



Considere que, para cada 10 metros de altura de água, tem-se aproximadamente uma atmosfera de pressão.

Dados: $\sin 30^\circ = 0,500$; $\cos 30^\circ = 0,866$

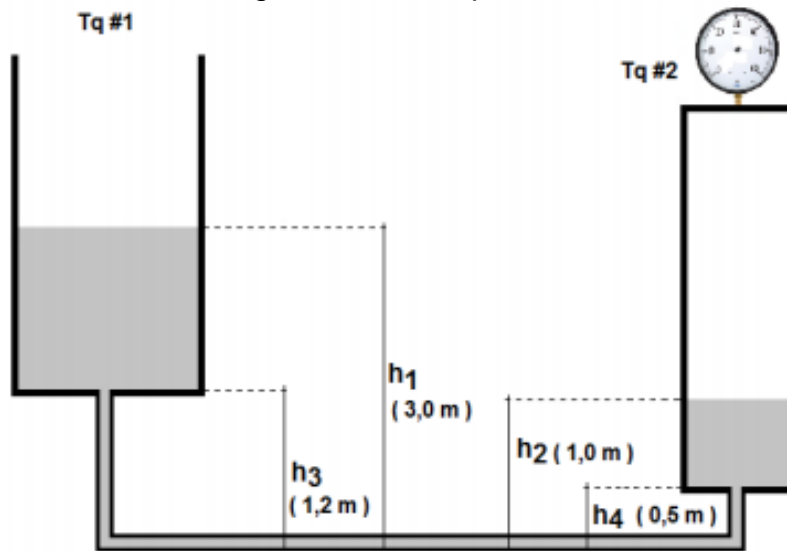
- A) 6 atm
- B) 3 atm
- C) 1 atm
- D) 2 atm
- E) 9 atm

16. (EFOMM) Uma boia encarnada homogênea flutua em um lago de água doce, considerada pura, com metade de seu volume submerso. Quando transferida para uma determinada região de água salgada, a mesma boia passa a flutuar com 48% de seu volume submerso. Qual é, então, a salinidade dessa água? Considere a densidade da água pura como $1,000 \text{ kg/L}$ e que a adição de sal não altera o volume da solução.

- A) 35 g/L.
- B) 42 g/L.
- C) 48 g/L.
- D) 52 g/L.
- E) 63 g/L.

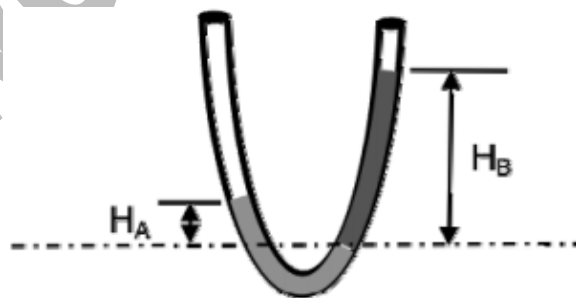


17. (EFOMM) Um sistema de transferência de água por meio de tubulações localizadas abaixo dos tanques estabilizou com diferença de nível entre os dois tanques, conforme a figura abaixo. O tanque número 1 é aberto para a atmosfera e o tanque número dois não. Considere a densidade da água $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, a pressão atmosférica $P_{\text{atm}} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ e aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$. Nessa condição, um manômetro instalado no tanque 2, na posição indicada na figura, deverá marcar o seguinte valor de pressão:



- A) $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- B) $1,2 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- C) $0,5 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- D) $0,2 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- E) $0,1 \times 10^5 \text{ Pa}$.

18. (EFOMM) Um tubo em forma de U, aberto nas duas extremidades, possui um diâmetro pequeno e constante. Dentro do tubo há dois líquidos A e B, incompressíveis, imiscíveis, e em equilíbrio. As alturas das colunas dos líquidos, acima da superfície de separação, são $H_A = 35,0 \text{ cm}$ e $H_B = 50,0 \text{ cm}$. Se a densidade de A vale $\rho_A = 1,4 \text{ g/cm}^3$, a densidade do líquido B, em g/cm^3 , vale



- A) 0,98
- B) 1,00
- C) 1,02
- D) 1,08
- E) 1,24



19. (EFOMM) Uma pessoa de massa corporal igual a 100 kg, quando imersa em ar na temperatura de 20°C e à pressão atmosférica (1 atm), recebe uma força de empuxo igual a 0,900N. Já ao mergulhar em determinado lago, permanecendo imóvel, a mesma pessoa consegue flutuar completamente submersa. A densidade relativa desse lago, em relação à densidade da água (4°C), é

Dados: densidade do ar (1atm, 20°C) = 1,20 kg/m³; densidade da água (4°C) = 1,00 g/cm³.

- A) 1,50
- B) 1,45
- C) 1,33
- D) 1,20
- E) 1,00



GABARITO

01. E 02. E 03. C 04. C 05. A 06. A 07. D 08. D 09. B 10. B 11. A 12. E
13. E 14. A 15. B 16. A 17. D 18. A 19. C

Maxwell Videoaulas