

13. VASOS COMUNICANTES

Q. 01 – VASOS COMUNICANTES



EXERCÍCIOS – PRINCÍPIO DE STEVIN

01. (Uerj 2020) “Isso é apenas a ponta do *iceberg*” é uma metáfora utilizada em contextos onde há mais informação sobre um determinado fato do que se pode perceber de imediato. Essa analogia é possível pois 90% de cada um desses blocos de gelo estão submersos, ou seja, não estão visíveis.

Essa característica está associada à seguinte propriedade física do *iceberg*:

- a) inércia
- b) dureza
- c) densidade
- d) temperatura

02. (Uece 2019) O município de Fortaleza experimentou, nos primeiros meses de 2019, uma intensa quadra chuvosa. Em abril, por exemplo, dados de uma instituição de meteorologia revelaram que a média de chuva no mês inteiro, no município, foi aproximadamente 500 mm. Supondo que a densidade da água seja 10^3 kg/m^3 , considerando que o município de Fortaleza tenha uma área de aproximadamente 314 km^2 , e que a chuva tenha se distribuído uniformemente em toda a área, é correto estimar que a massa total de chuva foi

- a) $500 \times 10^9 \text{ kg}$.
- b) $157 \times 10^9 \text{ kg}$.
- c) $157 \times 10^9 \text{ toneladas}$.
- d) $500 \times 10^9 \text{ toneladas}$.

03. (Uece 2019) A UECE realiza sistematicamente monitoramento da qualidade do ar na entrada de um de seus *campi*. Um dos dados que se pode monitorar é a concentração de material particulado (MP) suspenso no ar. Esse material é uma mistura complexa de sólidos com diâmetro reduzido. Em geral, o MP é classificado de acordo com o diâmetro das partículas, devido à relação existente entre diâmetro e possibilidade de penetração no trato respiratório, podendo ser danoso à saúde. Supondo-se que, em uma dada medição, identificou-se que há uma concentração de $150 \times 10^{-6} \text{ g}$ de MP por cada 1 m^3 de ar em uma grande avenida.

Assumindo-se que a densidade dessas partículas (MP) é igual à densidade da água (10^3 kg/m^3), pode-se afirmar corretamente que o volume de material particulado presente em 1 m^3 de ar é

- a) $1,50 \times 10^{-3} \text{ L}$
- b) $1,50 \times 10^{-4} \text{ L}$
- c) $1,50 \times 10^{-3} \text{ mL}$
- d) $1,50 \times 10^{-4} \text{ mL}$

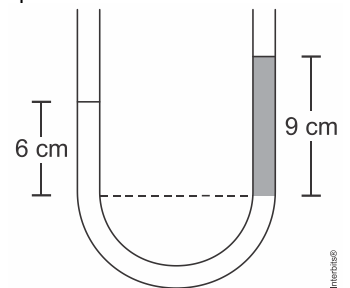
04. (Uece 2019) Considere um recipiente cilíndrico hermeticamente fechado contendo água. Suponha que a altura do cilindro seja igual ao diâmetro da base. Sejam duas situações: (i) o cilindro repousa com a base em contato com uma mesa; (ii) o cilindro repousa com as faces planas perpendiculares à mesa. Sejam P_i^H e P_{ii}^H as pressões hidrostáticas na água em pontos mais próximos à mesa para as situações (i) e (ii), respectivamente. Da mesma forma, P_i^M e P_{ii}^M são as pressões exercidas pelo recipiente cilíndrico sobre a mesa nas duas situações anteriores. Assim, é correto afirmar que

- a) $P_i^H = P_{ii}^H$ e $P_i^M < P_{ii}^M$.
- b) $P_i^H < P_{ii}^H$ e $P_i^M = P_{ii}^M$.
- c) $P_i^H = P_{ii}^H$ e $P_i^M = P_{ii}^M$.
- d) $P_i^H < P_{ii}^H$ e $P_i^M < P_{ii}^M$.

05. (Ufrgs 2019) Em um tubo transparente em forma de U contendo água, verteu-se, em uma de suas extremidades, uma dada quantidade de um líquido não miscível em água. Considere a densidade da água igual a 1 g/cm^3 .

A figura abaixo mostra a forma como ficaram distribuídos a água e o líquido (em cinza) após o equilíbrio.

Qual é, aproximadamente, o valor da densidade do líquido, em g/cm^3 ?



- a) 1,5.
- b) 1,0.
- c) 0,9.
- d) 0,7.
- e) 0,5.

06. (Ueg 2019) Em um recipiente cilíndrico, de 5,0 cm de raio, são despejados 200 mL de água e 200 mL de óleo. Considerando que a densidade da água vale $1,0 \text{ g/cm}^3$ e que a do óleo vale $0,8 \text{ g/cm}^3$, qual será aproximadamente a pressão total, em N/m^2 , somente por esses líquidos no fundo do recipiente?

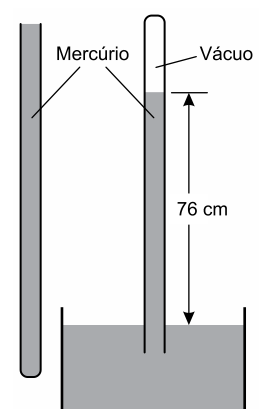
Considere $\pi = 3$.

- a) 320
- b) 800
- c) 540
- d) 160
- e) 480

07. (Famerp 2019) Em 1643, Evangelista Torricelli realizou um experimento com o qual mediu a pressão atmosférica terrestre ao nível do mar. Encheu com mercúrio um tubo de aproximadamente 1 m de comprimento, fechou-o e, invertendo o tubo, mergulhou sua extremidade em outro recipiente também contendo mercúrio. Após a abertura da extremidade do tubo, o mercúrio desceu até estabilizar-se à altura de 76 cm.

Anos depois, por iniciativa de Blaise Pascal, o mesmo experimento foi realizado na França, no alto de uma montanha, e a coluna de mercúrio se estabilizou a uma altura de 60,8 cm.

Considerando a pressão atmosférica ao nível do mar igual a $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ e que a aceleração da gravidade tem o mesmo valor no alto da montanha e ao nível do mar, a pressão atmosférica no alto da montanha onde foi realizado o experimento era



(http://seara.ufc.br. Adaptado.)

- a) $8,0 \times 10^3 \text{ Pa}$
- b) $6,6 \times 10^4 \text{ Pa}$
- c) $1,25 \times 10^4 \text{ Pa}$
- d) $8,0 \times 10^4 \text{ Pa}$
- e) $6,6 \times 10^3 \text{ Pa}$

PROFESSOR DANILO

STEVIN, PASCAL E ARQUIMEDES – SEGUNDO ANO – 11/03/2022

08. (Fepar 2019) Leia o texto a seguir sobre a descoberta do local em que o Titanic se encontra até os dias de hoje. Nos finais de 1970 e início de 1980 um empresário norte-americano patrocinou diversas expedições para tentar localizar o Titanic, mas nenhuma delas teve êxito. Somente em 1º de setembro de 1985, numa expedição oceanográfica franco-estadunidense, o Dr. Robert Ballard (hoje com 76 anos) descobriu os destroços do Titanic, submersos a 3.843 metros de profundidade, 153 km ao sul dos Grandes Bancos de Newfoundland. (coordenadas: 41°43'35" N, 49°56'54" W)



FONTE: KRISTOF, Emory, National Geographic. Disponível em: <http://www.nationalgeographic.com/photography>. Acesso em: 30 jul. 2018.

Proa enferrujada do Titanic no fundo do Atlântico Norte

$$p_{abs} = p_{atm} + p_{ef}$$

$$p_{atm} = 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}$$

$$p_{ef} = \mu \cdot g \cdot h$$

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

$$\mu_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3$$

() À medida que o Titanic afundava, a pressão sobre seu casco aumentou de forma diretamente proporcional à profundidade em que ele se encontrava (considerando constante a densidade da água do mar).

() A pressão absoluta no local onde o Titanic se encontra até hoje é de aproximadamente 385,3 atm.

() A pressão efetiva de uma coluna de 10 m de água corresponde a 1 atm.

() O empuxo depende da densidade do corpo imerso no fluido – no caso, o Titanic imerso na água.

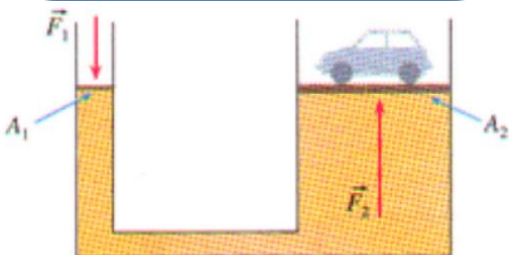
() O Titanic possui uma altura de aproximadamente 50 m, mas, como está submerso, a pressão hidrostática exercida sobre a embarcação em diferentes pontos de profundidade é a mesma.

RESPOSTAS

01. C 02. B 03. D 04. A 05. D
06. E 07. D 08. V – V – V – F – F.

14. PASCAL

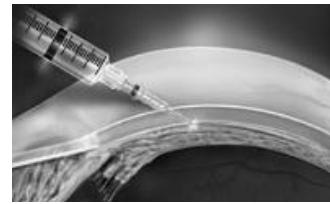
A variação da pressão em um líquido em equilíbrio é transmitida integralmente para todas as partes do líquido e das paredes que o contém.



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

EXERCÍCIOS – PRINCÍPIO DE PASCAL

1. (Ufsc 2019)



O uso de agulhas para a aplicação de remédios intravenosos (dentro de uma veia) existe há muito tempo e requer perícia por parte do profissional de saúde, principalmente quando são utilizadas em regiões delicadas como, por exemplo, o espaço supracoroide, na parte posterior do olho, onde a agulha deve parar após a transição pela esclera, tecido com menos de 11 milímetro de espessura, para evitar danificar a retina.

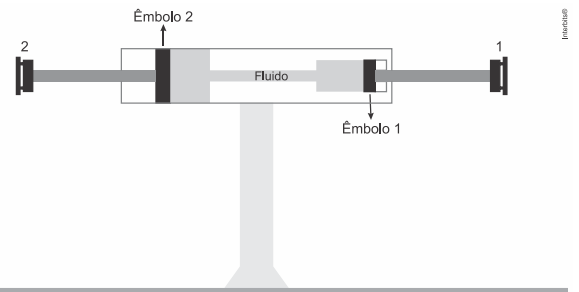
Para resolver esse problema, foi criada uma agulha inteligente, que possui um sensor que percebe a densidade de cada tecido que está atravessando, e o injetor inteligente utiliza as diferenças de pressão para permitir o movimento da agulha até o tecido-alvo, podendo assim avisar ao aplicador onde deve injetar o medicamento.

Disponível em: <https://www.ultimasnoticias.inf.br/noticia/pesquisadores-desenvolvem-agulha-inteligente/>. [Adaptado]. Acesso em: 17 mar. 2019.

Sobre o assunto abordado e com base no exposto acima, é correto afirmar que:

- 01) a densidade é uma grandeza relacionada com a concentração de massa em certo volume.
02) quando o êmbolo da seringa é pressionado, o remédio sofre uma pressão que será transmitida apenas em uma direção do remédio.
04) quanto mais denso o tecido, maior é a pressão que ele exerce sobre o bico injetor da agulha.
08) segundo o princípio de Arquimedes, a pressão exercida sobre os líquidos é transmitida para todos os pontos do líquido.
16) a força aplicada no êmbolo da seringa tem o mesmo módulo da força que o remédio aplica sobre o tecido.

2. (Ufsc 2019) No Circo da Física, o público também pode se divertir com uma atração chamada Barra de Guerra, uma adaptação do tradicional cabo de guerra em que os participantes empurram uma barra em vez de puxar uma corda. Dois participantes, com portes físicos semelhantes, são convidados a empurrar a barra, um na posição 1 e outro na posição 2. Curiosamente, o participante de determinado lado sempre considera sua tarefa mais fácil do que o outro. O que o público não sabe é que, no interior da estrutura cilíndrica pela qual a barra passa, há um sistema que contém um fluido em equilíbrio e dois êmbolos de diâmetros D_1 e $D_2 = 2D_1$, conforme a figura abaixo.



Com base no exposto acima e na figura, é correto afirmar que:

- 01) para equilibrar a força aplicada pelo participante da posição 1, o participante da posição 2 deverá aplicar uma força duas vezes maior.
02) do ponto de vista da Física, o participante que ficar na posição 1 terá vantagem sobre o participante que ficar na posição 2.
04) as alterações de pressão provocadas no fluido pelo movimento do êmbolo 1 serão transmitidas integralmente para todos os pontos do fluido.

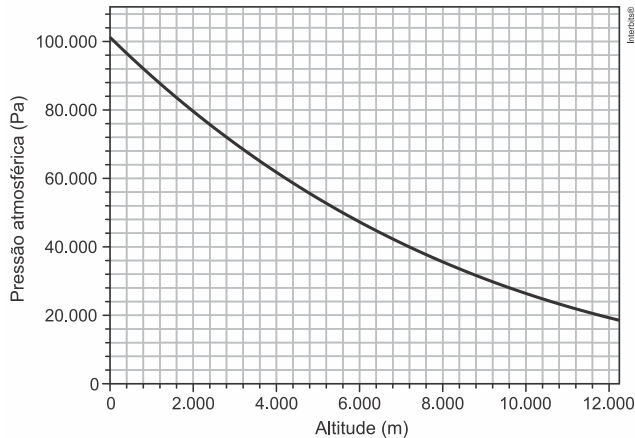
PROFESSOR DANILO

STEVIN, PASCAL E ARQUIMEDES – SEGUNDO ANO – 11/03/2022

08) como as forças aplicadas pelos participantes da posição 1 e da posição 2 para manter a barra em equilíbrio são diferentes, o sistema viola o princípio de conservação de energia.

16) quando está vencendo, o participante da posição 1 empurra a barra uma distância maior que a distância na qual a barra do participante da posição 2 se move.

3. (Fuvest 2019) Os grandes aviões comerciais voam em altitudes onde o ar é rarefeito e a pressão atmosférica é baixa. Devido a isso, eles têm o seu interior pressurizado em uma pressão igual à atmosférica na altitude de 2.000 m. A figura mostra o gráfico da pressão atmosférica em função da altitude.



A força, em N, a que fica submetida uma janela plana de vidro, de $20 \times 30 \text{ cm}^2$, na cabine de passageiros na altitude de 10.000 m, é, aproximadamente,

- 12.400
- 6.400
- 4.800
- 3.200
- 1.600

4. (Ufrpr 2018) Numa prensa hidráulica, um fluido incompressível é utilizado como meio de transferência de força de um êmbolo para outro. Numa dessas prensas, uma força \vec{F}_B foi aplicada ao êmbolo B durante um intervalo de tempo $\Delta t = 5 \text{ s}$, conforme mostra a figura a seguir. Os êmbolos A e B estavam inicialmente em repouso, têm massas desprezíveis e todas as perdas por atrito podem ser desprezadas. As observações foram todas feitas por um referencial inercial, e as áreas dos êmbolos são $A_A = 30 \text{ cm}^2$ e $A_B = 10 \text{ cm}^2$. A força aplicada ao êmbolo B tem intensidade $F_B = 200 \text{ N}$ e o fluido da prensa é incompressível.



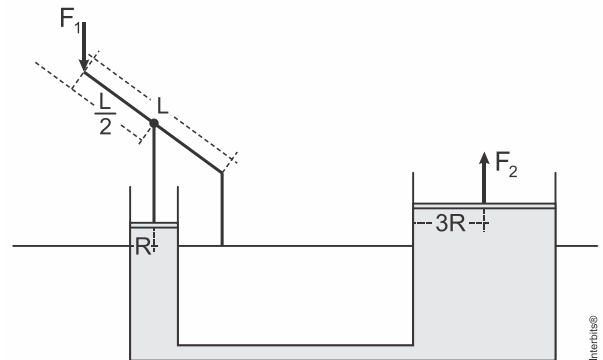
a*) Durante o tempo de aplicação da força \vec{F}_B , o êmbolo B desceu por uma distância $d_B = 6 \text{ cm}$. Qual a potência média do agente causador da força \vec{F}_B ?

b) Qual a intensidade F_A da força produzida sobre o êmbolo A?

5. (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 $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 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 $20 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$, mas mantendo a mesma força aplicada, logo o novo valor da pressão utilizada na produção das placas é de _____ kPa.

- 20
- 40
- 80
- 160

6. (Ufrpr 2017) O sistema representado na figura a seguir corresponde a uma prensa hidráulica com acionamento por meio de uma alavanca. O sistema está dimensionado de tal maneira que a alavanca aciona o êmbolo do cilindro menor da prensa no seu ponto central e o raio do êmbolo do cilindro maior é o triplo do raio do êmbolo do cilindro menor.



Demonstre qual seria a força F_2 disponível no cilindro maior em relação à força F_1 , vertical, aplicada no cilindro menor.

RESPOSTAS

- | | |
|------------------|---|
| 1. 01 + 04 = 05. | 2. 02 + 04 + 16 = 22. |
| 3. D | 4. a) $P_m = 2,4 \text{ W}$.
b) $F_A = 600 \text{ N}$. |
| 5. C | 6. $F_2 = 18 F_1$ |

15. ARQUIMEDES

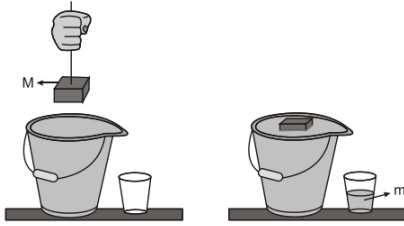
O teorema de Arquimedes nos diz que:

Todo corpo sólido, quando mergulhado total ou parcialmente em um fluido (podendo ser líquido ou gás), recebe uma força vertical e para cima cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado.

Seja um recipiente completamente cheio de um líquido de densidade d_l , coloca-se um bloco conforme a figura abaixo:

PROFESSOR DANILO

STEVIN, PASCAL E ARQUIMEDES – SEGUNDO ANO – 11/03/2022



Bloco flutua na água: peso do líquido deslocado igual ao peso do corpo flutuante

Uma massa m de líquido será extravasada (este é o que chamamos de líquido deslocado). Sobre o bloco de massa M surgirá uma força vertical para cima que chamamos de empuxo e esta força é igual, em módulo, ao peso do bloco que flutua (para que fique em equilíbrio):

$$E = M \cdot g$$

É observado que a massa do líquido extravasado é igual à massa do bloco flutuante, quando o equilíbrio é atingido. Podemos supor que não há empuxo se não houver gravidade, logo a relação entre as massas deve depender da gravidade, logo podemos dizer que *O peso do líquido extravasado é igual ao peso do líquido deslocado*

Isto é:

$$m \cdot g = M \cdot g$$

Assim podemos concluir que o empuxo é igual ao peso do líquido deslocado:

$$E = m \cdot g$$

Sendo o volume submerso do bloco igual à V_{sub} e a densidade do líquido igual à d podemos chegar numa nova equação para o empuxo:

$$d = \frac{m}{V_{sub}} \Rightarrow m = d \cdot V_{sub}$$

Substituindo a equação 16.4 na equação 16.3 temos:

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

DEMONSTRAÇÃO DO TEOREMA DE ARQUIMEDES

Suponha que a profundidade da região submersa do bloco da figura 1 seja h , a área da base do bloco é A , a densidade do líquido é d e a gravidade local é g .

Pelo teorema de Stevin, a pressão no fundo do bloco é:

$$p_{base} = p_{atm} + dgh$$

Na parte superior a pressão é

$$p_{sup} = p_{atm}$$

Com isso a força total que o líquido exerce sobre o bloco, isto é, o empuxo, é dado por:

$$E = p_{inf} \cdot A - p_{sup} \cdot A \Rightarrow E = dgh \cdot A$$

Observe que $h \cdot A = V_{sub}$, ou seja:

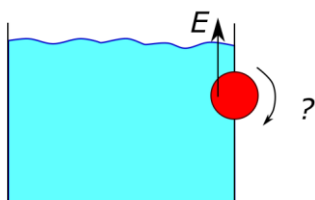
$$E = d \cdot V_{sub} \cdot g$$

EMPUXO NÃO ARQUIMEDIANO

Seria o empuxo sempre para cima?

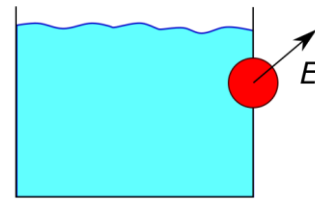
Seja um objeto preso na borda de um aquário. Imagine um cilindro fixo através de um eixo através do qual o cilindro pode girar fixo em um corte na borda de um aquário.

Se o empuxo for para cima, o corpo não deveria girar para todo o sempre, produzindo um *moto-contínuo*



Mas não é isso que acontece...

O empuxo está na direção do centro do cilindro.



Portanto não há rotação.

Um empuxo que não age contra a direção da gravidade é dito Empuxo não Arquimediano.

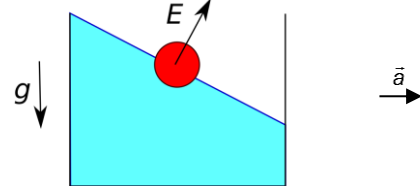
Um exemplo onde isso acontece pode ser observado em oficinas onde se armazenam pilhas de chapas metálicas bem lisas: observa-se que as chapas ficam "coladas" umas às outras. Isso, no entanto, se deve ao empuxo do ar que empurra uma chapa contra a outra.

Lembre-se: o empuxo é devido à diferença de pressão em um corpo devido à presença de um fluido! Ou seja, Stevin é quem manda aqui.

Neste momento, se quiser ainda mais exercícios, segue lista extra http://professordaniilo.com/teoria/Downloads/2016/listas/HIDROS_TATICA.pdf

EMPUXO EM REFERENCIAL NÃO INERCIAL

- Se agora tivermos uma caixa d'água em um veículo com aceleração \vec{a} para a direita, para onde será o empuxo?

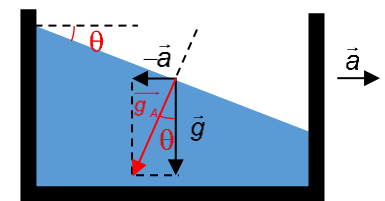


- Primeiramente pensamos que o empuxo está na direção oposta à gravidade
- Einstein propôs que uma aceleração tem efeito como um campo gravitacional
- No entanto uma aceleração para cima atua como uma gravidade para baixo
- Uma aceleração para cima atua como uma gravidade para baixo, como vocês talvez já viram em problemas do elevador

$$\text{tg } \theta = \frac{a}{g}$$

e

$$g_A = \sqrt{a^2 + g^2}$$



- Assim podemos dizer que se há uma aceleração para a direita ela se comporta como se houvesse uma gravidade para a esquerda
- Assim podemos dizer que atua no líquido uma gravidade aparente total g_{total}
- Temos da geometria do problema:

$$\text{tg } \theta = \frac{a}{g} \Rightarrow \theta = \text{arctg} \left(\frac{a}{g} \right)$$