

CHAMA O FÍSICO

ESTÁTICA

PROF. THALES RODRIGUES





Sumário

Corpos Extensos	2
Hidrostática	9
Gabarito	23



MÓDULO 01: CORPOS EXTENSOS

Nesse capítulo ampliaremos nossa compreensão sobre o equilíbrio de objetos e, para que possamos ter êxito nessa tarefa, devemos começar pela diferenciação entre dois tipos de movimento possíveis para um corpo: translação e rotação.

Translação é qualquer movimento que um corpo executa do qual todos os seus pontos participam.

Rotação é o movimento que um corpo executa do qual um ponto (ou um eixo) seu não participa. Nesse movimento o corpo gira em torno do seu ponto (ou seu eixo) em repouso.

Um exemplo muito esclarecedor desses movimentos é nosso planeta. O movimento que a Terra executa em torno do Sol é de translação, pois todos os seus pontos participam desse movimento. Já o movimento que nos proporciona o dia e a noite não tem a participação do eixo terrestre, pois é o giro da Terra em torno desse eixo, sendo, portanto, um movimento de rotação.

Quando tratamos do movimento dos corpos desprezando suas dimensões (como até agora fizemos em nosso curso), não há sentido falar sobre rotação, motivo pelo qual só discutimos até o momento movimentos de translação e as regras que os regem.

Agora, neste capítulo chamado "Equilíbrio dos corpos extensos", falaremos a respeito desse movimento e das leis que o coordenam.

EQUILÍBRIO DE ROTAÇÃO

Considere uma régua, inicialmente em repouso, que passa a sofrer a ação de duas forças de mesmo módulo, mesma direção e sentidos contrários, tal como está representado na figura 1.



Figura 1

Nessa condição, a régua adquire movimento de rotação em torno do seu ponto central, no sentido indicado na figura 2.

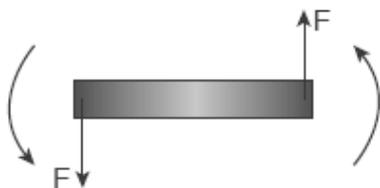


Figura 2

Analisemos esse exemplo: as duas forças representadas na régua têm resultante zero, visto que são iguais em módulo, iguais em direção, possuem sentidos opostos e atuam no mesmo corpo.

De acordo com a Primeira Lei de Newton, um corpo em repouso, submetido a forças cuja resultante é zero, permanece em repouso. Repare que isso foi respeitado no que diz respeito à sua translação pois, de fato, essas forças não deram translação à régua que estava parada. Porém, a resultante entre tais forças ter sido nula não impediu que a régua entrasse em rotação.

Se ambas as forças fossem orientadas no mesmo sentido (figura 3), a situação se inverteria. A régua entraria em translação acelerada no sentido das forças e não entraria em rotação.



Figura 3

Esse simples exemplo nos mostra que condições capazes de deixar um corpo em equilíbrio de translação não são suficientes para que ele esteja em equilíbrio de rotação (e vice-versa).

O movimento de translação e as leis que o regem já foram devidamente estudados nos capítulos anteriores através das Leis de Newton. Estudemos agora as condições de equilíbrio de rotação dos corpos.

Momento (ou torque) de uma Força

Uma força possui momento quando tende a alterar (ou efetivamente altera) a rotação do objeto em que atua.

O momento (M) ou torque de uma força em relação a um ponto O é calculado pela expressão:

$$M = F \cdot d$$

Sendo:

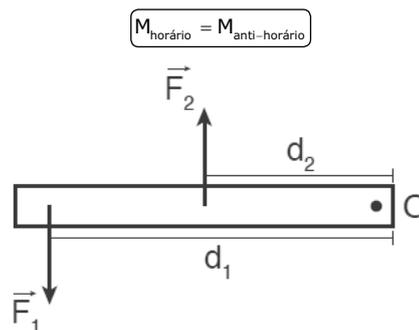
F → Módulo da força

d → Distância perpendicular entre O e a linha de atuação da força F.

Atribuímos sinal positivo ou negativo ao torque de uma força de acordo com o sentido de rotação que ela tende a produzir no corpo. Assim, por exemplo, forças que tendem a produzir rotação no sentido horário têm sinal contrário ao daquelas que tendem a produzir rotação no sentido anti-horário.

Lembrete: Um corpo está em equilíbrio de rotação quando a soma de todos os torques (positivos e negativos) das forças que atuam sobre ele vale zero.

Condição de Equilíbrio de rotação:





Logo,

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$$

Centro de Gravidade

Conforme já estudamos, o peso de um corpo existe pela atração gravitacional da Terra sobre ele. Como a força gravitacional é uma força atrativa entre as massas dos objetos, essa atração da Terra está distribuída ao longo de toda a extensão do corpo, ou seja, ao longo de toda a sua massa.

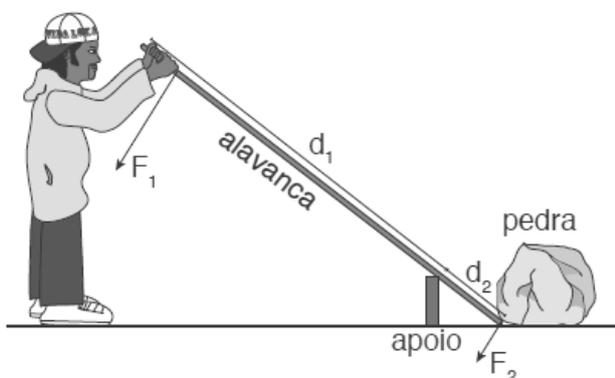
Definimos centro de gravidade de um objeto como a posição média da atração gravitacional da Terra sobre todo o corpo. Considerando que os objetos têm peso ao longo de toda a sua extensão, podemos definir o centro de gravidade de um corpo como a posição média do seu peso.

Corpos que têm distribuição homogênea de massa têm seu centro de gravidade no seu ponto central de simetria.

Alavancas

Alavanca é o exemplo de um "multiplicador de forças", nome dado a qualquer artifício que nos permite realizar certa tarefa aplicando uma força menor do que teríamos que aplicar sem ele.

Veja o exemplo a seguir, em que uma pessoa deseja erguer uma pedra. Suponha que 200 kgf seja a força necessária para erguê-la. Dificilmente uma pessoa conseguiria levá-la com suas próprias mãos, mas essa pessoa faz uso de uma barra rígida e um ponto de apoio.



Repare que a distância do ponto de apoio até a pessoa (d_1) é maior do que até a extremidade da barra apoiada embaixo da pedra (d_2). Para nosso exemplo, consideremos $d_1 = 5,0$ m e $d_2 = 1,0$ m.

Note ainda algo fundamental: a pessoa conseguirá erguer a pedra se conseguir colocar a barra em rotação no sentido anti-horário.

Para que essa rotação ocorra, o momento da força F_1 , exercida pela pessoa, deve superar o momento da força F_2 (que, como vimos, deve superar 200 kgf para que a força seja erguida). Calculemos:

$$M_{F_1} > M_{F_2} \rightarrow F_1 \times d_1 > F_2 \times d_2 \rightarrow F_1 \times 5,0 > 200 \text{ kgf} \times 1,0 \rightarrow F_1 = 40 \text{ kgf.}$$

Com isso concluímos que a pessoa consegue erguer a pedra exercendo uma força 5 vezes menor do que precisaria exercer se tentasse erguê-la diretamente com as mãos.

Tipos de Alavancas

Em situações envolvendo alavancas, chamamos força resistente à força exercida pelo corpo que deve ser erguido (ou, em alguns casos, sustentado) – no caso do nosso exemplo, seria a força exercida pela pedra. Força potente é a força que pretende erguer (ou sustentar) o corpo e ponto fixo é o ponto de apoio em torno do qual a alavanca pode girar.

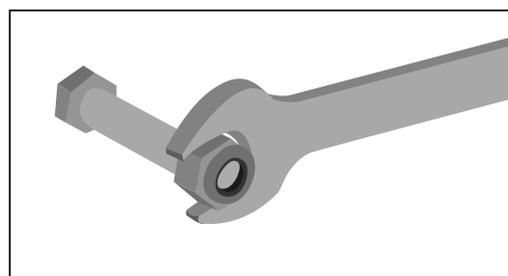
Com base nesses pontos, podemos classificar as alavancas em três tipos:

1. Intefixa – Aquela em que o ponto fixo está entre a força potente e a força resistente.
2. Interpotente – Aquela em que a força potente está entre o ponto fixo e a força resistente.
3. Inter-resistente – Aquela em que a força resistente está entre o ponto fixo e a força potente.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01

(UERJ) A figura abaixo ilustra uma ferramenta utilizada para apertar ou desapertar determinadas peças metálicas.



Para apertar uma peça, aplicando-se a menor intensidade de força possível, essa ferramenta deve ser segurada de acordo com o esquema indicado em:

- A)
- B)
- C)
- D)

02

(UFRRJ) Na figura a seguir suponha que o menino esteja empurrando a porta com uma força $F_1 = 5 \text{ N}$, atuando a uma distância $d_1 = 2 \text{ metros}$ das dobradiças (eixo de rotação) e que o homem exerça uma força $F_2 = 80 \text{ N}$, a uma distância de 10 cm do eixo de rotação.



Nestas condições, pode-se afirmar que

- A) a porta estaria girando no sentido de ser fechada.
- B) a porta estaria girando no sentido de ser aberta.
- C) a porta não gira em nenhum sentido.
- D) o valor do momento aplicado à porta pelo homem é maior que o valor do momento aplicado pelo menino.
- E) a porta estaria girando no sentido de ser fechada pois a massa do homem é maior que a massa do menino.

03

(IFSP) No nosso cotidiano, as alavancas são frequentemente utilizadas com o objetivo de facilitar algum trabalho ou para dar alguma vantagem mecânica, multiplicando uma força. Dependendo das posições relativas do ponto fixo ou de apoio de uma alavanca (fulcro) em relação às forças potente e resistente, elas podem ser classificadas em três tipos: interfixas, interpotentes e inter-resistentes. As figuras mostram os três tipos de alavancas.



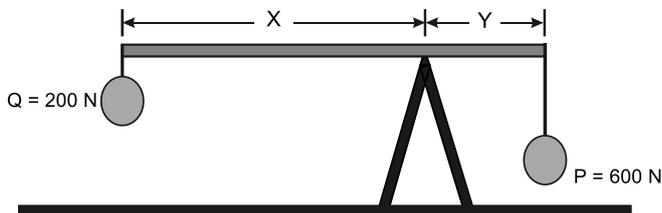
(www.portaldoprofessor.mec.gov.br. Adaptado)

As situações A, B e C, nessa ordem, representam alavancas classificadas como

- A) inter-resistente, interpotente e interfixa.
- B) interpotente, inter-resistente e interfixa.
- C) interpotente, interfixa e inter-resistente.
- D) interfixa, inter-resistente e interpotente.
- E) interfixa, interpotente e inter-resistente.

04

(CEFET-MG) Uma haste de massa desprezível está em equilíbrio, sobre um cavalete, com corpos de pesos P e Q , suspensos em cada uma de suas extremidades, conforme a figura.

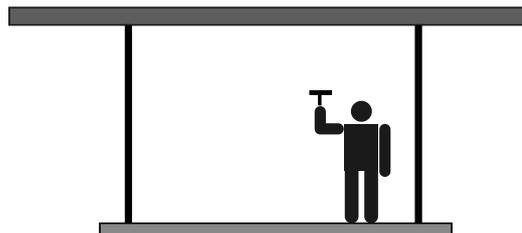


A relação entre as distâncias X e Y , representadas nessa figura, é expressa por

- A) $X = Y/2$.
- B) $X = 2Y$.
- C) $X = 3Y$.
- D) $3X = Y$.

05

(UFMG) Para pintar uma parede, Miguel está sobre um andaime suspenso por duas cordas. Em certo instante, ele está mais próximo da extremidade direita do andaime, como mostrado nesta figura:



Sejam T_E e T_D os módulos das tensões nas cordas, respectivamente, da esquerda e da direita e P o módulo da soma do peso do andaime com o peso de Miguel.

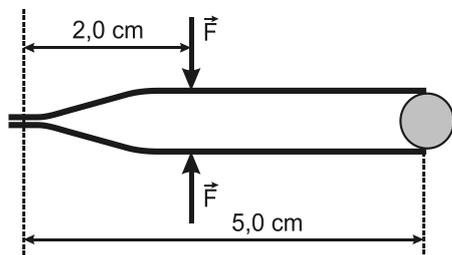
Analisando-se essas informações, é correto afirmar que

- A) $T_E = T_D$ e $T_E + T_D = P$
- B) $T_E = T_D$ e $T_E + T_D > P$
- C) $T_E < T_D$ e $T_E + T_D = P$
- D) $T_E < T_D$ e $T_E + T_D > P$



06

(Acafe) Um instrumento utilizado com frequência no ambiente ambulatorial é uma pinça. Considere a situação em que se aplica simultaneamente uma força F de módulo 10 N como se indica na figura a seguir.

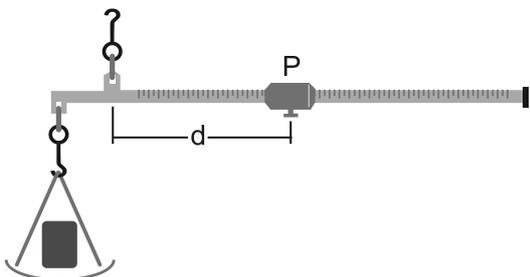


O módulo da força, em newtons, que cada braço exerce sobre o objeto colocado entre eles é:

- A) 15
- B) 8
- C) 10
- D) 4

07

(UERJ) Uma balança romana consiste em uma haste horizontal sustentada por um gancho em um ponto de articulação fixo. A partir desse ponto, um pequeno corpo P pode ser deslocado na direção de uma das extremidades, a fim de equilibrar um corpo colocado em um prato pendurado na extremidade oposta. Observe a ilustração:



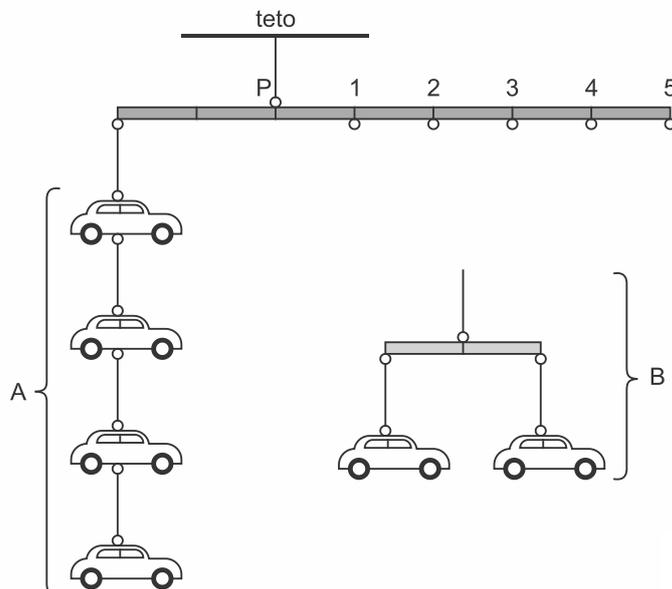
Quando P equilibra um corpo de massa igual a 5 kg, a distância d de P até o ponto de articulação é igual a 15 cm.

Para equilibrar um outro corpo de massa igual a 8 kg, a distância, em centímetros, de P até o ponto de articulação deve ser igual a:

- A) 28
- B) 25
- C) 24
- D) 20

08

(Famerp) O pai de uma criança pretende pendurar, no teto do quarto de seu filho, um móvel constituído por: seis carrinhos de massas iguais, distribuídos em dois conjuntos, A e B; duas hastes rígidas de massas desprezíveis, com marcas igualmente espaçadas; e fios ideais. O conjunto A já está preso a uma das extremidades da haste principal do móvel.

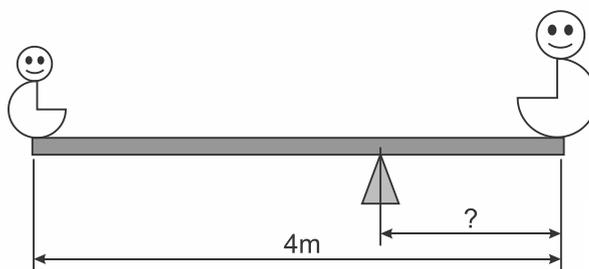


Sabendo que o móvel será pendurado ao teto pelo ponto P , para manter o móvel em equilíbrio, com as hastes na horizontal, o pai da criança deverá pendurar o conjunto B, na haste principal, no ponto

- A) 5
- B) 1
- C) 4
- D) 3
- E) 2

09

(Ear) Dois garotos decidem brincar de gangorra usando uma prancha de madeira de massa igual a 30 kg e 4 metros de comprimento, sobre um apoio, conforme mostra a figura.

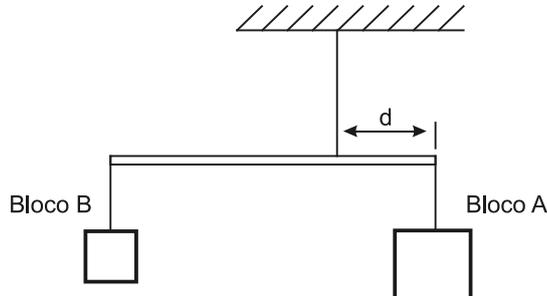


Sabendo que um dos garotos tem 60 kg e o outro 10 kg, qual a distância, em metros, do apoio à extremidade em que está o garoto de maior massa?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

10

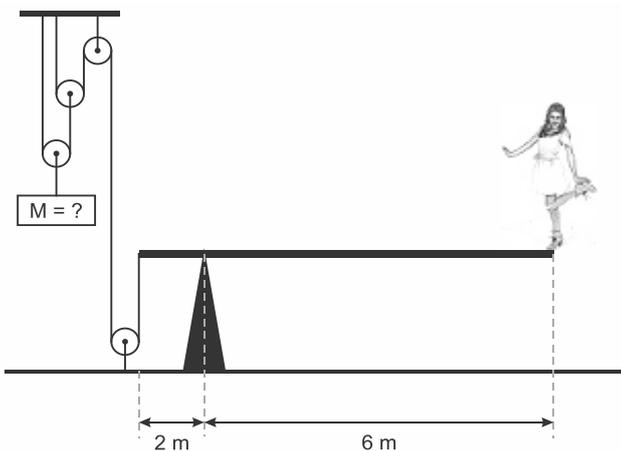
(UPF) Uma barra metálica homogênea, de 2,0 m de comprimento e 10 N de peso, está presa por um cabo resistente. A barra mantém dois blocos em equilíbrio, conforme mostra a figura abaixo. Sendo $d = 0,5$ m e o peso do bloco A, $P_A = 100$ N, é correto afirmar que o peso do bloco B, em N, é:



- A) 45
- B) 30
- C) 60
- D) 6
- E) 55

11

(Fac. Albert Einstein) Uma bailarina de massa 50 kg encontra-se apoiada em um dos pés num dos extremos de uma viga retangular de madeira cuja distribuição da massa de 100 kg é homogênea. A outra extremidade da viga encontra-se ligada a um cabo de aço inextensível, de massa desprezível e que faz parte de um sistema de polias, conforme a figura. Sabendo que o sistema encontra-se em equilíbrio estático, determine, em unidades do SI, a massa M que está suspensa pelo sistema de polias.

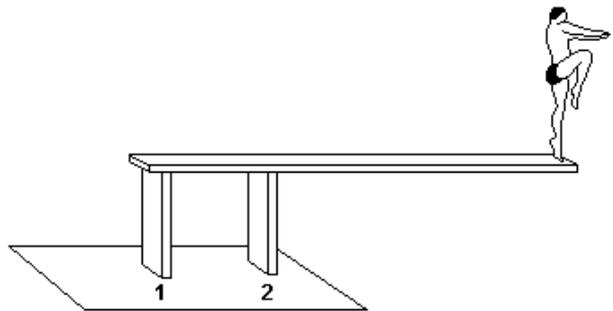


<http://www.tudodesenhos.com/d/violetta-segurando-pe> (adaptado)

- A) 125
- B) 600
- C) 1.000
- D) 2.500

12

(UFMG) Gabriel está na ponta de um trampolim, que está fixo em duas estacas - 1 e 2 -, como representado nesta figura:



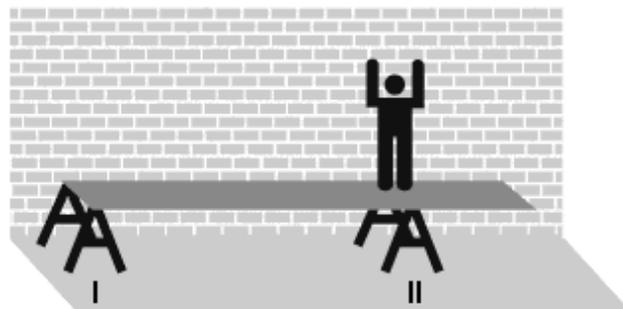
Sejam F_1 e F_2 as forças que as estacas 1 e 2 fazem, respectivamente, no trampolim.

Com base nessas informações, é correto afirmar que essas forças estão na direção vertical e

- A) têm sentido contrário, F_1 para cima e F_2 para baixo.
- B) ambas têm o sentido para baixo.
- C) têm sentido contrário, F_1 para baixo e F_2 para cima.
- D) ambas têm o sentido para cima.

13

(UFF) Para realizar reparos na parte mais alta de um muro, um operário, com $7,0 \times 10^2$ N de peso, montou um andaime, apoiando uma tábua homogênea com 6,0 m de comprimento e $2,8 \times 10^2$ N de peso, sobre dois cavaletes, I e II, conforme a figura adiante. Observa-se que o cavelete II está a 1,5 m da extremidade direita da tábua.



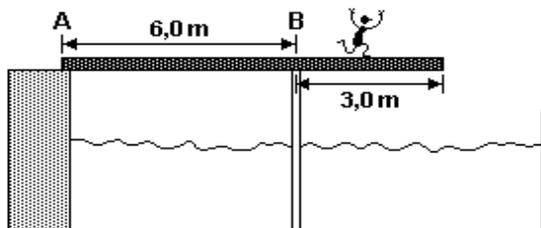
Durante o trabalho, o operário se move sobre o andaime. A partir do cavelete II, a distância máxima que esse operário pode andar para a direita, mantendo a tábua em equilíbrio na horizontal, é, aproximadamente:

- A) 0,30 m
- B) 0,60 m
- C) 0,90 m
- D) 1,2 m
- E) 1,5 m



14

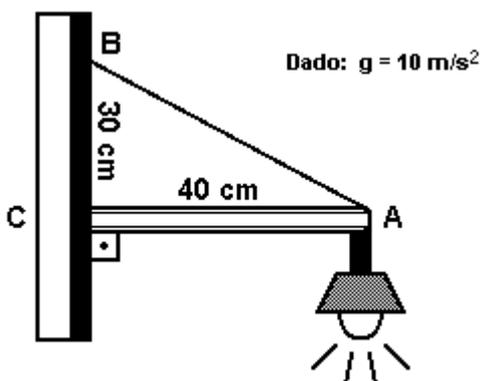
- (PUC-MG) Na figura desta questão, um jovem de peso igual a 600 N corre por uma prancha homogênea, apoiada em A e articulada no apoio B. A prancha tem o peso de 900 N e mede 9,0 m. Ela não está presa em A e pode girar em torno de B. A máxima distância que o jovem pode percorrer, medida a partir de B, sem que a prancha gire, é:



- A) 1,75 m
B) 2,00 m
C) 2,25 m
D) 2,50 m

15

- (Mackenzie) O tipo de luminária ilustrada na figura foi utilizado na decoração de um ambiente. A haste AC, presa à parede, é homogênea, tem seção transversal constante e massa 800 g. Quando o lampadário, pendente em A, tem massa superior a 500 g, o fio ideal AB arrebenta.

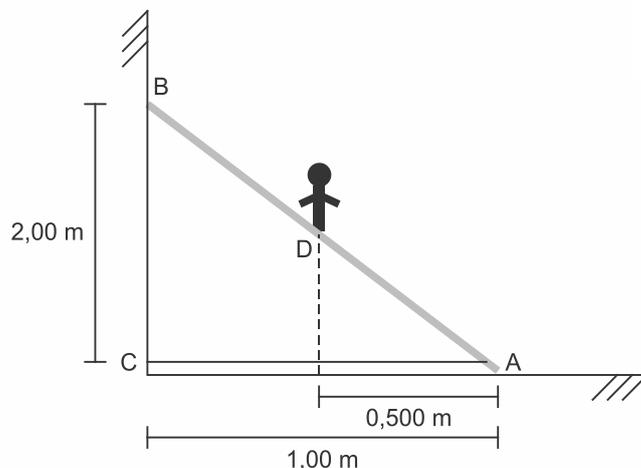


Nesse caso, podemos dizer que a intensidade máxima da força tensora suportada por esse fio é:

- A) 15 N
B) 13 N
C) 10 N
D) 8 N
E) 5 N

16

- (Mackenzie) A escada rígida da figura de massa 20 kg distribuída uniformemente ao longo de seu comprimento, está apoiada numa parede e no chão, lisos, e está impedida de deslizar por um cabo de aço AC. Uma pessoa de massa 80 kg se posiciona no ponto D, conforme indicado na figura.

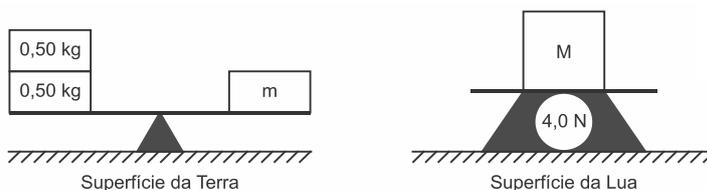


Considerando que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 , pode-se afirmar que a força de tração no cabo AC, nessas condições, será de

- A) 100 N
B) 150 N
C) 200 N
D) 250 N
E) 300 N

17

- (Enem) A figura mostra uma balança de braços iguais, em equilíbrio, na Terra, onde foi colocada uma massa m , e a indicação de uma balança de força na Lua, onde a aceleração da gravidade é igual a $1,6 \text{ m/s}^2$, sobre a qual foi colocada uma massa M .

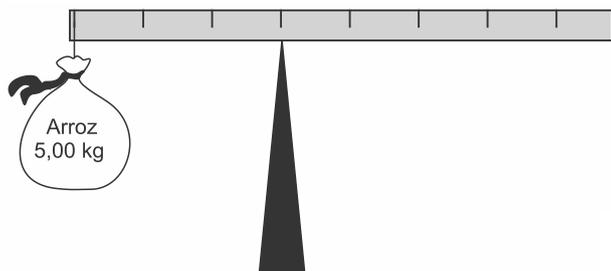


A razão das massas M/m é

- A) 4,0
B) 2,5
C) 0,4
D) 1,0
E) 0,25

18

(Enem) Em um experimento, um professor levou para a sala de aula um saco de arroz, um pedaço de madeira triangular e uma barra de ferro cilíndrica e homogênea. Ele propôs que fizessem a medição da massa da barra utilizando esses objetos. Para isso, os alunos fizeram marcações na barra, dividindo-a em oito partes iguais, e em seguida apoiaram-na sobre a base triangular, com o saco de arroz pendurado em uma de suas extremidades, até atingir a situação de equilíbrio.

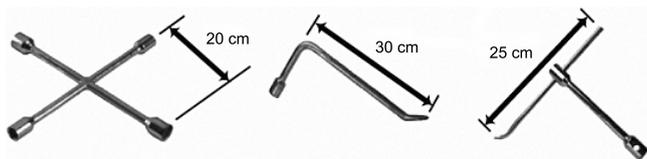


Nessa situação, qual foi a massa da barra obtida pelos alunos?

- A) 3,00 kg
- B) 3,75 kg
- C) 5,00 kg
- D) 6,00 kg
- E) 15,00 kg

19

(Enem PPL) Retirar a roda de um carro é uma tarefa facilitada por algumas características da ferramenta utilizada, habitualmente denominada chave de roda. As figuras representam alguns modelos de chaves de roda:



Modelo 1

Modelo 2

Modelo 3

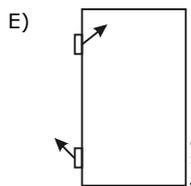
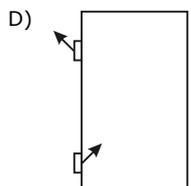
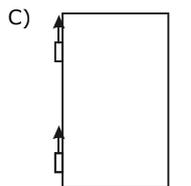
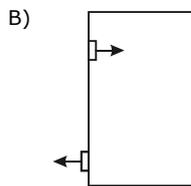
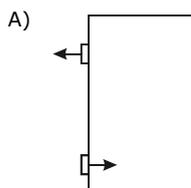
Em condições usuais, qual desses modelos permite a retirada da roda com mais facilidade?

- A) 1, em função de o momento da força ser menor.
- B) 1, em função da ação de um binário de forças.
- C) 2, em função de o braço da força aplicada ser maior.
- D) 3, em função de o braço da força aplicada poder variar.
- E) 3, em função de o momento da força produzida ser maior.

20

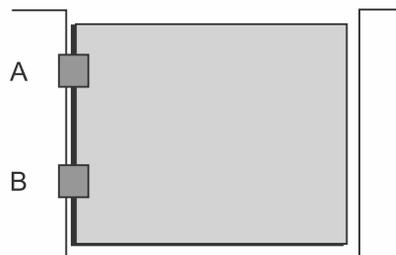
(Enem) O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.

No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em



21

(Enem) Um portão está fixo em um muro por duas dobradiças A e B, conforme mostra a figura, sendo P o peso do portão.



Caso um garoto se dependure no portão pela extremidade livre, e supondo que as reações máximas suportadas pelas dobradiças sejam iguais,

- A) é mais provável que a dobradiça A arrebente primeiro que a B.
- B) é mais provável que a dobradiça B arrebente primeiro que a A.
- C) seguramente as dobradiças A e B arrebentarão simultaneamente.
- D) nenhuma delas sofrerá qualquer esforço.
- E) o portão quebraria ao meio, ou nada sofreria.



MÓDULO 02: HIDROSTÁTICA

Estudamos em hidrostática o comportamento dos fluidos e a sua interação com os corpos. Por fluido, entende-se basicamente líquidos e gases. Eles interagem constantemente conosco e, através dessa interação algumas tecnologias surgiram.

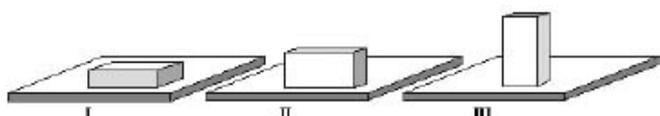
PRESSÃO

Quando um corpo exerce força sobre uma superfície, dizemos que ele está exercendo também uma pressão sobre ela. São conceitos diferentes. A pressão depende do módulo da força F exercida e também da área da superfície de contato A entre o corpo e a superfície.

Matematicamente a pressão P é definida por:

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

A figura abaixo ilustra um mesmo tijolo que foi posicionado de três maneiras diferentes sobre uma superfície:



A força que ele exerce na superfície é a mesma em todas as situações, já que essa força (chamada de força de compressão) tem o mesmo módulo de seu peso. No entanto, na figura I, a área da superfície de contato é a maior de todas. Como a pressão é inversamente proporcional à área de contato, esta é a posição em que ele exerce a menor pressão sobre a superfície. Enquanto que na posição III, a pressão é a maior entre as três posições mostradas.

Assim, utilizamos o conceito de pressão com bastante frequência em nossas vidas. Quando batemos um prego na parede, voltamos a parte pontiaguda para a parede, pois essa possui menor superfície de contato. Dessa maneira, exerce-se uma pressão significativamente grande mesmo com forças pequenas. Essa pressão elevada aumenta a possibilidade de o prego perfurar a parede.

Em outras situações, onde a pressão deve ser a menor possível, utiliza-se superfícies maiores. Um exemplo disso são os sapatos especiais para caminhar na neve. Como eles possuem grande área de apoio, a pressão exercida na neve torna-se muito baixa, impedindo a pessoa de afundar.

O sistema internacional de unidades determina como unidade padrão de pressão N/m^2 (lê-se Newton por metro quadrado). Ela representa quantos Newtons de força são aplicados em cada metro quadrado de superfície. Em homenagem ao físico e matemático francês Blaise Pascal, essa unidade recebeu o seu nome, ou seja:

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pascal} = 1 \text{ Pa}$$

ou seja, N/m^2 e Pascal são unidades equivalentes, portanto, ambas adotadas pelo S.I.

DENSIDADE

Para um determinado corpo de massa m e volume V , definimos a sua densidade absoluta d da seguinte maneira:

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

Essa grandeza representa a concentração de massa daquele corpo. Um corpo com alta densidade possui muita massa em um espaço pequeno.

Considere como exemplo um corpo feito de 760 g de ferro maciço. Calculando o seu volume, descobrimos que esse corpo ocupa 100 cm^3 . A sua densidade será:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{760 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = 7,6 \text{ g/cm}^3$$

Esse resultado mostra que em cada centímetro cúbico desse corpo, encontramos 7,6 g de ferro.

Como é de se esperar, a densidade de qualquer outro corpo de ferro maciço será exatamente a mesma, ou seja, em cada centímetro cúbico de ferro sempre teremos uma massa de 7,6 g.

A densidade é característica de cada substância. Veja a tabela:

Substância	Densidade (g/cm^3)
Ar	0,0013
Água	1,0
Ferro	7,6
Mercúrio	13,6

O S.I determina para a densidade a unidade de kg/m^3 . Para calcular a densidade nessa unidade, basta colocar a massa em kg e o volume em m^3 . Ou então, você pode usar a conversão abaixo:

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

PRESSÃO DE UM FLUIDO

Assim como os corpos sólidos, os líquidos e gases também exercem pressão sobre os corpos. Essa pressão é exercida pelo ar da atmosfera, pela água quando mergulhamos em uma piscina entre vários outros exemplos. Este tópico será subdividido em dois, a pressão atmosférica e a pressão exercida pelos líquidos.

Pressão Atmosférica

O ar que compõe a nossa atmosfera é naturalmente atraído pela gravidade do planeta, assim como todos os outros corpos. Por esse motivo, ele exerce pressão sobre os corpos que estão imersos na atmosfera. Essa é a chamada pressão atmosférica.

Ao contrário do que podemos pensar, essa camada de ar que envolve a Terra exerce uma pressão significativa sobre os corpos, já que possui dezenas de quilômetros de altura. No entanto, um corpo em altitudes maiores, sofre uma menor influência da pressão atmosférica, já que uma camada menor de ar está sobre o seu corpo.

A pressão atmosférica diminui com a altitude, chegando a zero quando o corpo se encontrar no vácuo interestrelar, ou seja, fora da atmosfera.

O físico italiano Evagenlista Torricelli, fez no século XVII uma experiência que determinou o valor da pressão atmosférica ao nível do mar. O valor dessa pressão ficou conhecido como 1 atm, ou seja, a pressão exercida pela nossa atmosfera. O seu valor no S.I. é:

$$1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

Repare que a pressão atmosférica é equivalente a 101.000 N de força aplicada em 1 metro quadrado de superfície. É o mesmo que colocar um corpo de pouco mais de 10 toneladas sobre 1 m²!

A experiência realizada por Torricelli é de extrema relevância e a estudaremos em sequência.

No topo do Everest, ponto de maior altitude do planeta, a pressão atmosférica vale cerca de um terço da pressão atmosférica ao nível do mar.

Pressão dos Líquidos

Quando um corpo está imerso em um líquido, ele fica submetido à pressão que o líquido exerce sobre ele. Naturalmente, essa pressão fica maior na medida em que o corpo aumenta a sua profundidade, já que a coluna de líquido sobre o corpo fica cada vez maior.

A pressão dos líquidos é gerada devido ao peso da coluna de líquido acima do corpo.

É por isso que, quando mergulhamos em uma piscina funda, sentimos uma dor no ouvido. Como o tímpano é muito sensível às variações de pressão, ele dói indicando que a pressão externa está maior do que a pressão interna.

Podemos calcular a pressão que os líquidos exercem sobre os corpos utilizando a equação abaixo:

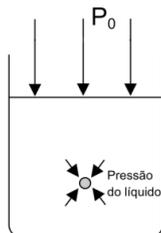
$$P_{\text{liq.}} = \rho \cdot g \cdot h$$

sendo que ρ é a densidade do líquido, g a aceleração da gravidade e h a profundidade em que o corpo se encontra. Repare que a pressão que os líquidos exercem é proporcional à densidade do líquido em questão, já que as colunas dos líquidos mais densos pesam mais e, portanto, exercem maior pressão.

É preciso ressaltar que, a equação acima representa a pressão que um líquido exerce em um corpo. No entanto, são poucas as situações cotidianas em que um corpo imerso em um líquido fica submetido exclusivamente à pressão que o líquido exerce sobre ele. Isso porque os líquidos têm a capacidade de transmitir as pressões que são aplicadas em sua superfície. Assim, a pressão atmosférica será transmitida integralmente para todos os pontos no interior do líquido.

Um líquido transmite integralmente para todos os pontos em seu interior, as pressões que surgem em sua superfície.

Assim, um corpo submerso em um líquido ficará submetido não só à pressão do líquido como também à pressão atmosférica P_0 exercida na superfície do líquido. Veja:



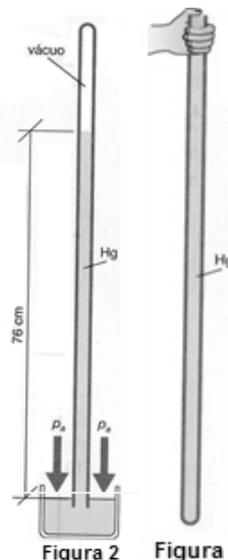
$$P_{\text{Total}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{liq.}}$$

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{atm}} + \rho \cdot g \cdot h$$

A pressão parcial, indicada na figura, refere-se à pressão exercida exclusivamente pelo líquido, enquanto que a pressão total refere-se à pressão do líquido somada à pressão atmosférica.

A experiência de Torricelli

Como dito anteriormente, Torricelli realizou uma famosa experiência que permitiu calcular a pressão atmosférica. Em seu experimento, ele encheu completamente um tubo, de aproximadamente 1 metro de comprimento, com mercúrio, como mostrado na figura 1.



Depois, tampando a extremidade livre e invertendo o tubo, mergulhou esta extremidade em um recipiente contendo também mercúrio.

Ao destampar o tubo, ele observou que a coluna de mercúrio desceu um pouco e estabilizou-se com 76 centímetros de comprimento (figura 2). Torricelli concluiu então que a pressão atmosférica, atuando na superfície do líquido, era capaz de suportar uma coluna de 76 cm de Hg. Repare que acima da superfície livre do mercúrio no interior do tubo existe vácuo, pois não houve entrada de ar. Se fosse feito um orifício nessa parte do tubo, o ar atmosférico entraria e a coluna de mercúrio desceria até se nivelar com o mercúrio do recipiente.

A conclusão direta desse experimento é de que a pressão atmosférica é equivalente à pressão de uma coluna de mercúrio de 76 centímetros.

$$P_0 = 76 \text{ cm Hg}$$

Por essa razão, a pressão de 76 cm Hg é denominada pressão atmosférica e definida como uma unidade de pressão.

O experimento de Torricelli foi realizado ao nível do mar. Em altitudes maiores, a coluna de mercúrio desceria mais e ficaria estável em comprimentos menores do que 76 cm.

Portanto, com a experiência de Torricelli, podemos calcular a pressão atmosférica ao nível do mar. Veja:

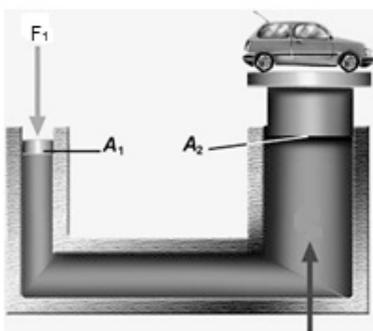
$$\begin{aligned} P_{\text{atm}} &= P_{\text{mercúrio}} \\ P_{\text{atm}} &= \rho \cdot g \cdot h \\ P_{\text{atm}} &= 13,6 \times 10^3 \cdot 9,8 \cdot 0,76 \\ P_{\text{atm}} &= 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$



sendo que a densidade do mercúrio de $13,6 \text{ g/cm}^3$ foi transformada para $13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. O valor da gravidade utilizado foi de $9,8 \text{ m/s}^2$ e a coluna de mercúrio, convertida para metros, ficou com $0,76 \text{ m}$.

Elevador Hidráulico

Os elevadores hidráulicos possuem várias aplicações e estão instalados em diversas máquinas em vários seguimentos da indústria. No entanto, o seu uso mais popular acontece nos postos de gasolina e nas oficinas. Eles são utilizados para erguer os carros. Ele é basicamente constituído de um grande tubo em forma de U, completamente preenchido com óleo. As duas extremidades do tubo são hermeticamente fechadas por êmbolos, que podem se mover para cima e para baixo. Veja a figura:



Quando a força F_1 é aplicada ao êmbolo da esquerda, uma pressão P_1 é exercida ao líquido. Dessa forma, o êmbolo à direita será submetido a um acréscimo de pressão do mesmo módulo de P_1 , já que um líquido transmite integralmente a pressão que recebe em uma superfície. Assim, a pressão P_2 que ergue o carro será igual a pressão criada pela força F_1 . Assim:

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 \\ \frac{F_1}{A_1} &= \frac{F_2}{A_2} \end{aligned}$$

Como a área A_1 do êmbolo à esquerda é bem menor do que a área A_2 do outro êmbolo, conclui-se que o carro será erguido por uma força F_2 que é bem maior do que a força F_1 exercida no êmbolo da esquerda. Assim, consegue-se erguer o carro exercendo uma força bem menor do que o seu peso.

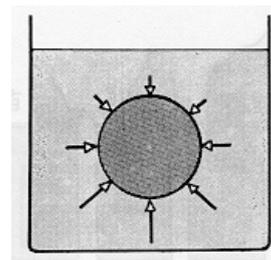
Princípio de Arquimedes: Empuxo

Quando mergulhamos um corpo na piscina, temos a nítida sensação de que esse objeto fica mais leve, não é mesmo? Isso acontece porque a água exerce nos corpos nela submersos, uma força vertical e para cima denominada empuxo. Devido à presença dessa força, podemos exercer uma força menor para erguermos o objeto, o que explica essa sensação. Denominamos a força que exercemos para carregar um objeto na água de peso aparente P_p .

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

onde E representa a força empuxo.

O empuxo existe no interior de todos os fluidos, inclusive nos gases. Ele é resultante de uma diferença de pressões. Quando imergimos um corpo em um líquido, por exemplo, a parte de baixo do corpo fica submetida a uma pressão maior do que a parte de cima. Essa diferença de pressão origina o empuxo. Veja a figura:



O módulo do empuxo pode ser obtido através do peso do fluido deslocado. Quando colocamos um corpo na água, por exemplo, esse corpo ocupa um espaço que antes era ocupado pela água. O peso da água que foi retirada daquele espaço para a imersão do corpo, tem o módulo exato da força empuxo que surge no corpo.

O empuxo tem o mesmo módulo do peso do fluido deslocado.

Então, podemos calcular o empuxo a partir dessa definição. Veja:

$$\begin{aligned} E &= P_{\text{liq. deslocado}} \\ E &= m_{\text{liq. deslocado}} \cdot g \end{aligned}$$

Trocando a massa do fluido deslocado pelo produto de sua densidade pelo seu volume, temos:

$$E = \rho_{\text{liq.}} \cdot V_{\text{desl.}} \cdot g$$

lembrando que a densidade que aparece na fórmula é a densidade do fluido e não a densidade do corpo. O volume V_D representa o volume de fluido deslocado, que é igual ao volume da parte submersa do corpo.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

22

(PUC-MG) A densidade do óleo de soja usado na alimentação é de aproximadamente $0,80 \text{ g/cm}^3$. O número de recipientes com o volume de 1 litro que se podem encher com 80 kg desse óleo é de:

- A) 100
- B) 20
- C) 500
- D) 50

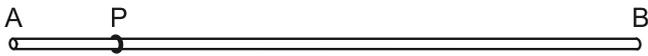
23

(Mackenzie) No laboratório de uma fábrica de perfumes, as essências são armazenadas em frascos que possuem o mesmo volume. Em um recipiente, são misturados três frascos com essência de densidade $3,0 \text{ g/cm}^3$ e três frascos com essência de densidade $2,0 \text{ g/cm}^3$. A densidade da mistura homogênea, em g/cm^3 , é igual a

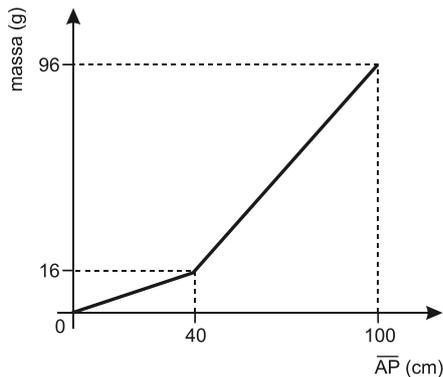
- A) 2,0
- B) 2,5
- C) 3,0
- D) 3,5
- E) 4,0

24

(UERJ) A figura a seguir representa um fio AB de comprimento igual a 100 cm, formado de duas partes homogêneas sucessivas: uma de alumínio e outra, mais densa, de cobre. Uma argola P que envolve o fio é deslocada de A para B.



Durante esse deslocamento, a massa de cada pedaço de comprimento AP é medida. Os resultados estão representados no gráfico a seguir:

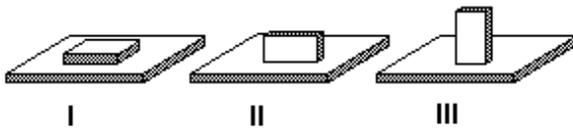


A razão entre a densidade do alumínio e a densidade do cobre é aproximadamente igual a:

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

25

(UFMG) As figuras mostram um mesmo tijolo, de dimensões 5 cm × 10 cm × 20 cm, apoiado sobre uma mesa de três maneiras diferentes. Em cada situação, a face do tijolo que está em contato com a mesa é diferente.



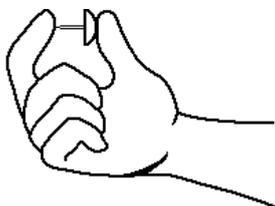
As pressões exercidas pelo tijolo sobre a mesa nas situações I, II e III são, respectivamente, P_1 , P_2 e P_3 .

Com base nessas informações, é correto afirmar que

- A) $P_1 = P_2 = P_3$.
- B) $P_1 < P_2 < P_3$.
- C) $P_1 < P_2 > P_3$.
- D) $P_1 > P_2 > P_3$.

26

(UFMG) José aperta uma tachinha entre os dedos, como mostrado nesta figura:



A cabeça da tachinha está apoiada no polegar e a ponta, no indicador.

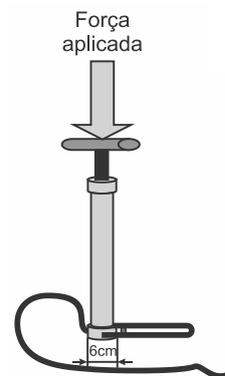
Sejam $F(i)$ o módulo da força e $p(i)$ a pressão que a tachinha faz sobre o dedo indicador de José. Sobre o polegar, essas grandezas são, respectivamente, $F(p)$ e $p(p)$.

Considerando-se essas informações, é correto afirmar que

- A) $F(i) > F(p)$ e $p(i) = p(p)$.
- B) $F(i) = F(p)$ e $p(i) = p(p)$.
- C) $F(i) > F(p)$ e $p(i) > p(p)$.
- D) $F(i) = F(p)$ e $p(i) > p(p)$.

27

(Ear) No interior de um pneu de bicicleta a pressão é de aproximadamente $2,5 \times 10^5$ N/m². Para encher o pneu até tal pressão é utilizada uma bomba cujo êmbolo possui um diâmetro de 6 cm.



Qual o valor da força mínima, em N, que deve ser aplicada sobre a manivela da bomba para encher o pneu da bicicleta? (Considere $\pi = 3$)

- A) 475
- B) 575
- C) 675
- D) 775

28

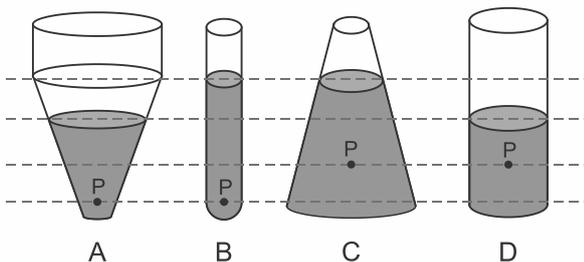
(Ear) O valor da pressão registrada na superfície de um lago é de 1×10^5 N/m², que corresponde a 1 atm. Um mergulhador se encontra, neste lago, a uma profundidade na qual ele constata uma pressão de 3 atm. Sabendo que a densidade da água do lago vale 1,0 g/cm³ e o módulo da aceleração da gravidade no local vale 10 m/s², a qual profundidade, em metros, em relação à superfície, esse mergulhador se encontra?

- A) 10
- B) 20
- C) 30
- D) 40



29

(Eear) Qual dos recipientes abaixo, contendo o mesmo líquido, apresenta maior pressão no ponto P?

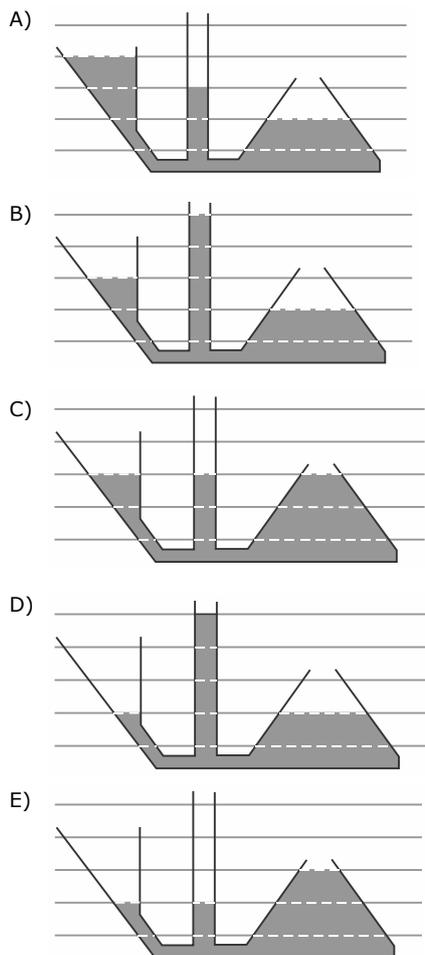


- A) A
B) B
C) C
D) D

30

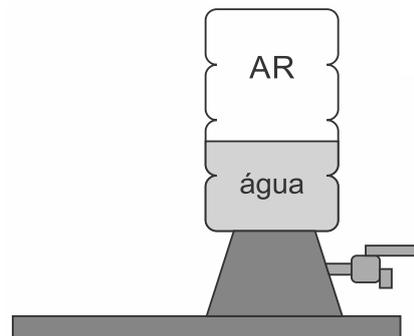
(CPS) Se cavarmos um buraco na areia próxima às águas de uma praia, acabaremos encontrando água, devido ao princípio físico denominado Princípio dos Vasos Comunicantes.

Assinale a alternativa que apresenta a aplicação desse princípio, no sistema formado pelos três recipientes abertos em sua parte superior e que se comunicam pelas bases, considerando que o líquido utilizado é homogêneo.



31

(CEFET-MG) A imagem abaixo representa um bebedouro composto por uma base que contém uma torneira e acima um garrafão com água e ar.

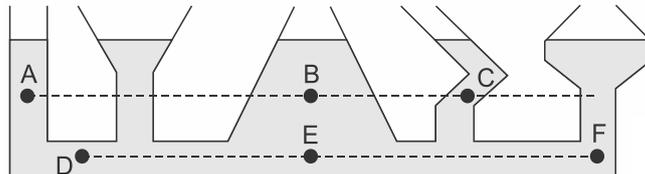


A pressão exercida pela água sobre a torneira, quando ela está fechada, depende diretamente da(o)

- A) diâmetro do cano da torneira.
B) massa de água contida no garrafão.
C) altura de água em relação à torneira.
D) volume de água contido no garrafão.

32

(PUC-RS) Analise a figura abaixo, que representa um recipiente com cinco ramos abertos à atmosfera, em um local onde a aceleração gravitacional é constante, e complete as lacunas do texto que segue. As linhas tracejadas, assim como o fundo do recipiente, são horizontais.



Considerando que o recipiente está em equilíbrio mecânico e contém um fluido de massa específica constante, afirma-se que a pressão exercida pelo fluido no _____ é _____ pressão exercida pelo fluido no _____.

- A) ponto A – menor que a – ponto D
B) ponto A – menor que a – ponto C
C) ponto B – igual à – ponto E
D) ponto D – menor que a – ponto F
E) ponto D – igual à – ponto C

33

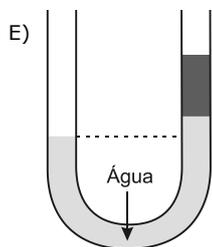
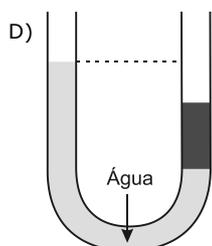
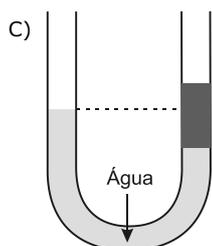
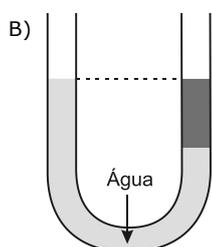
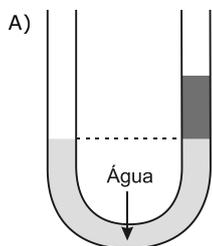
(PUC-MG) Quando tomamos refrigerante, utilizando canudinho, o refrigerante chega até nós, porque o ato de puxarmos o ar pela boca:

- A) reduz a aceleração da gravidade no interior do tubo.
B) aumenta a pressão no interior do tubo.
C) aumenta a pressão fora do canudinho.
D) reduz a pressão no interior do canudinho.

34

► (Udesc) Certa quantidade de água é colocada em um tubo em forma de U, aberto nas extremidades. Em um dos ramos do tubo, adiciona-se um líquido de densidade maior que a da água e ambos não se misturam.

Assinale a alternativa que representa corretamente a posição dos dois líquidos no tubo após o equilíbrio.



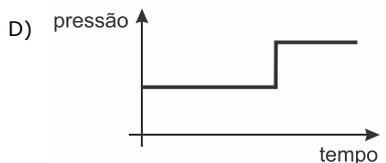
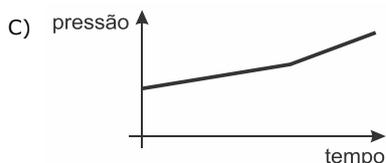
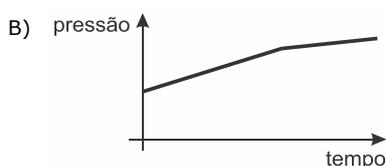
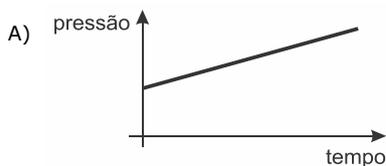
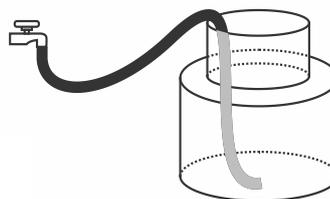
35

► (UFMG) Um reservatório de água é constituído de duas partes cilíndricas, interligadas, como mostrado na figura.

A área da seção reta do cilindro inferior é maior que a do cilindro superior.

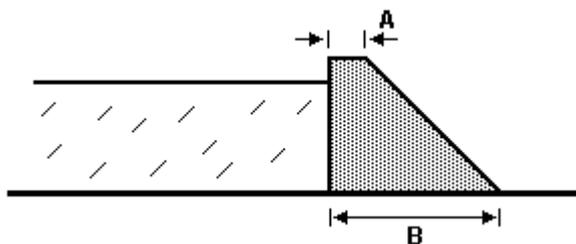
Inicialmente, esse reservatório está vazio. Em certo instante, começa-se a enchê-lo com água, mantendo-se uma vazão constante.

Assinale a alternativa cujo gráfico MELHOR representa a pressão, no fundo do reservatório, em função do tempo, desde o instante em que se começa a enchê-lo até o instante em que ele começa a transbordar.



36

(UFV) As represas normalmente são construídas de maneira que a largura da base da barragem, B, seja maior que a largura da parte superior, A, como ilustrado na figura a seguir.



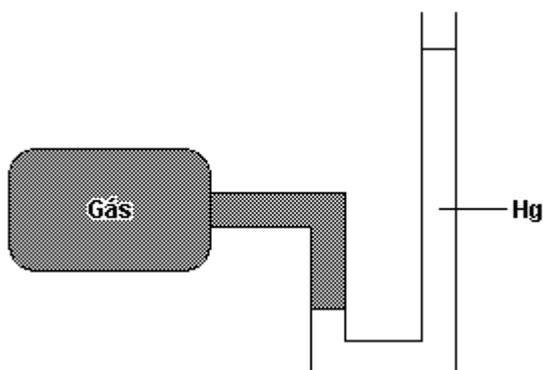
Essa diferença de largura justifica-se, principalmente, pelo(a):

- A) aumento, com a profundidade, do empuxo exercido pela água.
- B) diminuição, com a profundidade, da pressão da água sobre a barragem.
- C) aumento, com a profundidade, da pressão da água sobre a barragem.
- D) diminuição, com a profundidade, do empuxo exercido pela água.
- E) diminuição, com a profundidade, da viscosidade da água.



37

- (CEFET-MG) O desenho a seguir representa um manômetro de mercúrio de tubo aberto, ligado a um recipiente contendo gás. O mercúrio fica 30 cm mais alto no ramo da direita do que no da esquerda.

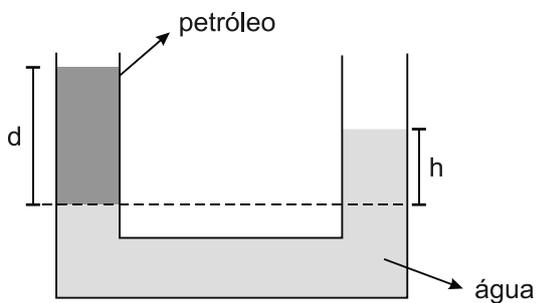


Quando a pressão atmosférica é 76 cmHg, a pressão absoluta do gás, em cmHg, é

- A) 30.
- B) 46.
- C) 76.
- D) 106.

38

(UPE) A aparelhagem mostrada na figura abaixo é utilizada para calcular a densidade do petróleo. Ela é composta de um tubo em forma de U com água e petróleo.



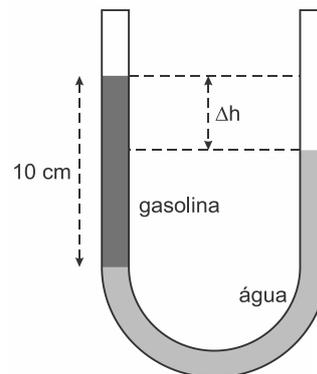
Dados: considere a densidade da água igual a 1000 kg/m^3 .

Considere $h = 4 \text{ cm}$ e $d = 5 \text{ cm}$. Pode-se afirmar que o valor da densidade do petróleo, em kg/m^3 , vale

- A) 400
- B) 800
- C) 600
- D) 1200
- E) 300

39

- (PUC-RJ) 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 Δh , em cm, entre as duas colunas?

Dados:

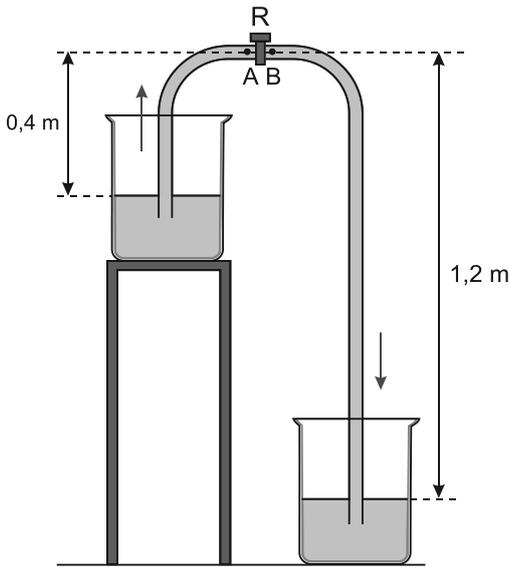
densidade volumétrica da água = 1 g/cm^3

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

- A) 0,75
- B) 2,5
- C) 7,5
- D) 10
- E) 25

40

► (Unesp) O sifão é um dispositivo que permite transferir um líquido de um recipiente mais alto para outro mais baixo, por meio, por exemplo, de uma mangueira cheia do mesmo líquido. Na figura, que representa, esquematicamente, um sifão utilizado para transferir água de um recipiente sobre uma mesa para outro no piso, R é um registro que, quando fechado, impede o movimento da água. Quando o registro é aberto, a diferença de pressão entre os pontos A e B provoca o escoamento da água para o recipiente de baixo.

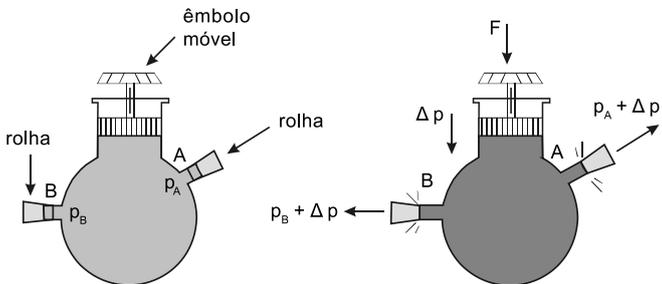


Considere que os dois recipientes estejam abertos para a atmosfera, que a densidade da água seja igual a 10^3 kg/m^3 e que $g = 10 \text{ m/s}^2$. De acordo com as medidas indicadas na figura, com o registro R fechado, a diferença de pressão $P_A - P_B$, entre os pontos A e B, em pascal, é igual a

- A) 4.000.
- B) 10.000.
- C) 2.000.
- D) 8.000.
- E) 12.000.

41

(CEFET-MG) Analise a situação a seguir representada.



O aumento de pressão em todas as partes do fluido armazenado no recipiente está relacionado ao princípio de

- A) Pascal.
- B) Newton.
- C) Torricelli.
- D) Arquimedes.

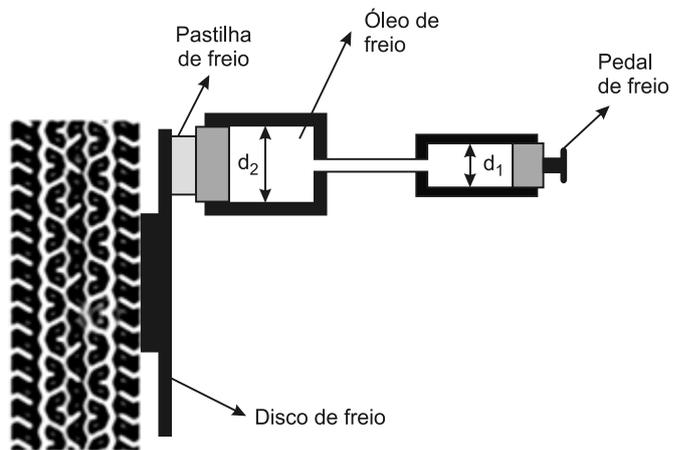
42

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

- A) $\frac{F_1}{4}$
- B) $\frac{F_1}{2}$
- C) $2 F_1$
- D) $4 F_1$

43

► (Unicamp) A figura abaixo mostra, de forma simplificada, o sistema de freios a disco de um automóvel. Ao se pressionar o pedal do freio, este empurra o êmbolo de um primeiro pistão que, por sua vez, através do óleo do circuito hidráulico, empurra um segundo pistão. O segundo pistão pressiona uma pastilha de freio contra um disco metálico preso à roda, fazendo com que ela diminua sua velocidade angular.



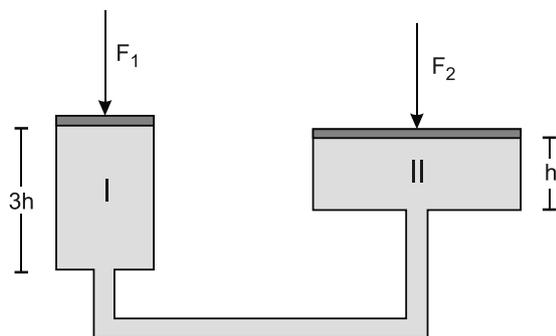
Considerando o diâmetro d_2 do segundo pistão duas vezes maior que o diâmetro d_1 do primeiro, qual a razão entre a força aplicada ao pedal de freio pelo pé do motorista e a força aplicada à pastilha de freio?

- A) 1/4
- B) 1/2
- C) 2
- D) 4



44

- (UERJ) Observe, na figura a seguir, a representação de uma prensa hidráulica, na qual as forças F_1 e F_2 atuam, respectivamente, sobre os êmbolos dos cilindros I e II.



Admita que os cilindros estejam totalmente preenchidos por um líquido.

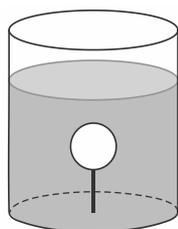
O volume do cilindro II é igual a quatro vezes o volume do cilindro I, cuja altura é o triplo da altura do cilindro II.

A razão F_2 / F_1 entre as intensidades das forças, quando o sistema está em equilíbrio, corresponde a:

- A) 12
- B) 6
- C) 3
- D) 2

45

(PUC-RS) Para responder à questão, analise a situação representada na figura abaixo, na qual uma esfera de isopor encontra-se totalmente submersa em um recipiente contendo água. Um fio ideal tem uma de suas extremidades presa à esfera, e a outra está fixada no fundo do recipiente. O sistema está em equilíbrio mecânico.

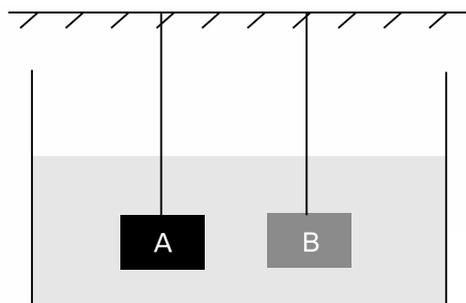


Considerando que as forças que atuam na esfera sejam o peso (P) o empuxo (E) e a tensão (T), a alternativa que melhor relaciona suas intensidades é

- A) $E = P + T$
- B) $E > P + T$
- C) $P = E + T$
- D) $P > E + T$
- E) $P = E$ e $T = 0$

46

(CEFET-MG) Dois blocos A e B de mesmas dimensões e materiais diferentes são pendurados no teto por fios de mesmo comprimento e mergulhados em uma cuba cheia de água, conforme a figura abaixo. Cortando-se os fios, observa-se que A permanece na mesma posição dentro da água, enquanto B vai para o fundo.



Com relação a esse fato, pode-se afirmar que a densidade do bloco

- A) B é menor que a de A.
- B) A é menor que a de B.
- C) A é menor que a da água.
- D) B é menor que a da água.

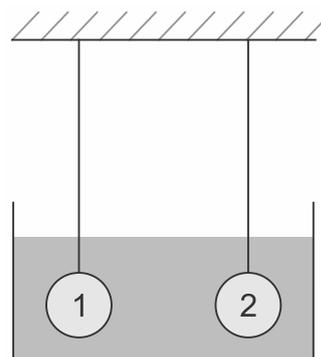
47

(UPF) O inverno trouxe excesso de chuva para a região Sul, provocando aumento no volume de água nos rios. Com relação à força exercida pela água sobre os corpos nela imersos, denominada de empuxo, é correto afirmar:

- A) É sempre igual ao peso do corpo.
- B) Seu valor depende da densidade do corpo imerso.
- C) Seu valor depende da quantidade total de água no rio.
- D) Tem seu módulo igual ao peso do volume da água deslocada.
- E) É sempre menor do que o peso do corpo.

48

- (CEFET-MG) A figura mostra dois objetos com o mesmo volume e densidades distintas ρ_1 e ρ_2 . Ambos estão em repouso e completamente imersos em água, presos por fios de mesmo comprimento e de massa desprezível.

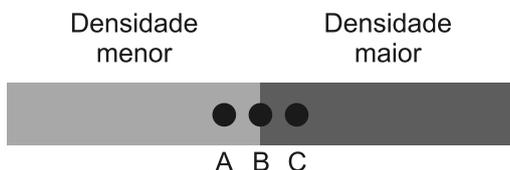


Sendo T_1 e T_2 as intensidades das tensões nos fios presos aos objetos 1 e 2, respectivamente, e sabendo-se que $\rho_1 > \rho_2$ é correto afirmar que

- A) $T_1 > T_2$, pois a força da gravidade é maior sobre 1.
- B) $T_1 > T_2$, pois a força do empuxo é maior sobre 2.
- C) $T_1 < T_2$, pois a força da gravidade é menor sobre 2.
- D) $T_1 = T_2$, pois a força do empuxo é a mesma sobre 1 e 2.

49

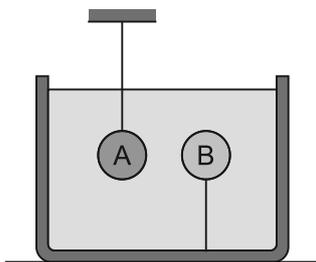
- (Unicamp) Uma boia de sinalização marítima muito simples pode ser construída unindo-se dois cilindros de mesmas dimensões e de densidades diferentes, sendo um de densidade menor e outro de densidade maior que a da água, tal como esquematizado na figura abaixo. Submergindo-se totalmente esta boia de sinalização na água, quais serão os pontos efetivos mais prováveis de aplicação das forças Peso e Empuxo?



- A) Peso em C e Empuxo em B.
 B) Peso em B e Empuxo em B.
 C) Peso em C e Empuxo em A.
 D) Peso em B e Empuxo em C.

50

- (Unesp) Duas esferas, A e B, maciças e de mesmo volume, são totalmente imersas num líquido e mantidas em repouso pelos fios mostrados na figura. Quando os fios são cortados, a esfera A desce até o fundo do recipiente e a esfera B sobe até a superfície, onde passa a flutuar, parcialmente imersa no líquido.



Sejam P_A e P_B os módulos das forças Peso de A e B, e E_A e E_B os módulos das forças Empuxo que o líquido exerce sobre as esferas quando elas estão totalmente imersas, é correto afirmar que

- A) $P_A < P_B$ e $E_A = E_B$.
 B) $P_A < P_B$ e $E_A < E_B$.
 C) $P_A > P_B$ e $E_A > E_B$.
 D) $P_A > P_B$ e $E_A < E_B$.
 E) $P_A > P_B$ e $E_A = E_B$.

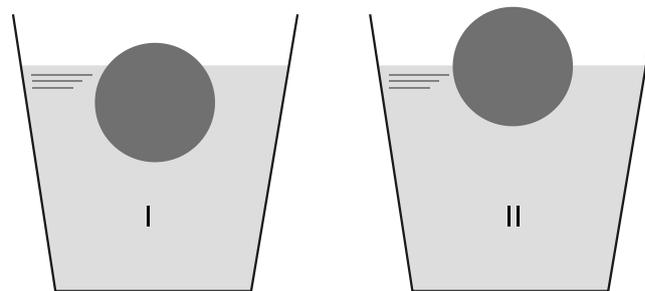
51

(CEFET-MG) Uma criança boiando na água de uma piscina, ao inspirar o ar e mantê-lo, por alguns segundos, preso nos pulmões, percebe sua elevação em relação ao nível da água. Esse fato pode ser descrito pela(o)

- A) aumento do peso da água deslocada.
 B) aumento do empuxo da água da piscina.
 C) diminuição da densidade média da criança.
 D) diminuição da densidade da água da piscina.

52

- (CEFET-MG) Dois objetos esféricos idênticos são colocados para flutuar em dois líquidos diferentes I e II, conforme ilustração.

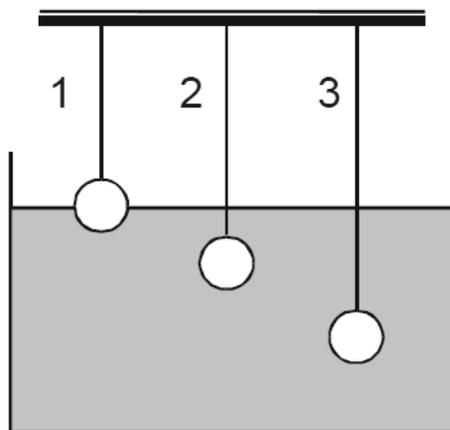


O experimento permite concluir que a(o)

- A) líquido II é mais denso que o I.
 B) empuxo sobre o objeto em II é maior que em I.
 C) densidade da esfera é maior que a do líquido I.
 D) empuxo sobre a esfera em I é maior que seu peso.

53

- (FCMMG) Três esferas idênticas estão suspensas por fios e mergulhadas num mesmo líquido, conforme a ilustração abaixo.



Os valores das tensões T_1 , T_2 e T_3 , respectivamente, nos fios 1, 2 e 3 obedecem à seguinte relação:

- A) $T_1 < T_2 < T_3$.
 B) $T_1 > T_2 > T_3$.
 C) $T_1 > T_2 = T_3$.
 D) $T_1 < T_2 = T_3$.

54

(FCMMG) Um cubo metálico de cobre e outro de alumínio possuem a mesma massa e são pendurados por dinamômetros no ar e depois mergulhados completamente na água. A densidade do cobre é maior que a do alumínio. Sobre essa situação, pode-se afirmar que:

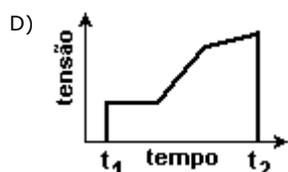
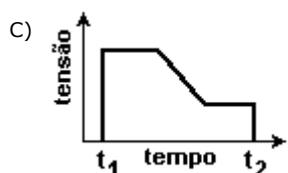
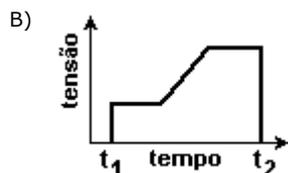
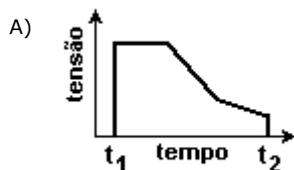
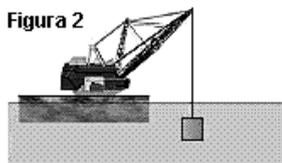
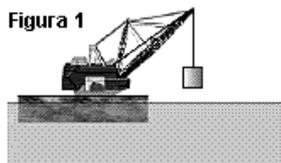
- A) O peso aparente do cobre na água é maior do que no ar.
 B) O empuxo que atua sobre o alumínio mergulhado é maior.
 C) O volume do cubo metálico de cobre é maior que o alumínio.
 D) O volume deslocado do cobre é maior se o líquido for o óleo.



55

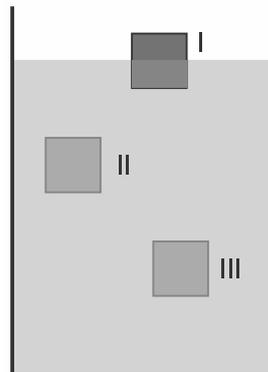
► (UFMG) De uma plataforma com um guindaste, faz-se descer, lentamente e com velocidade constante, um bloco cilíndrico de concreto para dentro da água. Na Figura I, está representado o bloco, ainda fora da água, em um instante t_1 e, na Figura II, o mesmo bloco, em um instante t_2 posterior, quando já está dentro da água.

Assinale a alternativa cujo gráfico melhor representa a tensão no cabo do guindaste em função do tempo.



56

► (UFMG) Ana lança três caixas - I, II e III -, de mesma massa, dentro de um poço com água. Elas ficam em equilíbrio nas posições indicadas nesta figura:



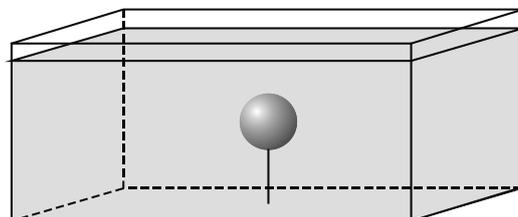
Sejam $E(I)$, $E(II)$ e $E(III)$ os módulos dos empuxos sobre, respectivamente, as caixas I, II e III.

Com base nessas informações, é correto afirmar que

- A) $E(I) > E(II) > E(III)$.
 B) $E(I) < E(II) = E(III)$.
 C) $E(I) = E(II) = E(III)$.
 D) $E(I) > E(II) = E(III)$.

57

► (CEFET-MG) Um balão esférico, menos denso que a água, de massa 10 g e volume 40 cm^3 , está completamente submerso e preso no fundo de uma piscina por um fio inextensível, conforme ilustração seguinte.

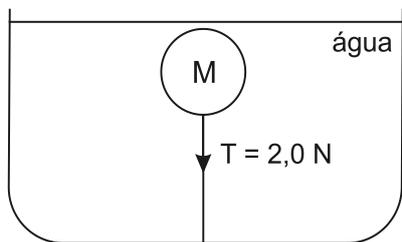


A tensão nesse fio, em newtons, vale

- A) 0,40.
 B) 0,30.
 C) 0,20.
 D) 0,10.

58

- (CEFET-MG) Um corpo de massa $M = 0,50 \text{ kg}$ está em repouso, preso por um fio, submetido a uma tensão T , submerso na água de um reservatório, conforme ilustração.

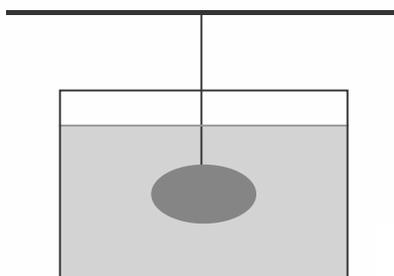


No instante em que o fio é cortado, a aceleração do corpo, em m/s^2 , será

- A) 2,0.
- B) 4,0.
- C) 6,0.
- D) 8,0.

59

- (Unigranrio) Uma pedra cujo peso vale 500 N é mergulhada e mantida submersa dentro d'água em equilíbrio por meio de um fio inextensível e de massa desprezível. Este fio está preso a uma barra fixa como mostra a figura. Sabe-se que a tensão no fio vale 300 N . Marque a opção que indica corretamente a densidade da pedra em kg/m^3 . Dados: Densidade da água = 1 g/cm^3 e $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- A) 200
- B) 800
- C) 2.000
- D) 2.500
- E) 2.800

60

(UERN) Um corpo de massa 400 g e volume 60 cm^3 encontra-se totalmente imerso num aquário com água apoiado no fundo. A força normal exercida pelo fundo do aquário sobre o corpo é de

(Considere: $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $\rho_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

- A) 2,4 N
- B) 3,4 N
- C) 4,6 N
- D) 5,6 N

61

(Unesp) As figuras 1 e 2 representam uma pessoa segurando uma pedra de 12 kg e densidade $2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ambas em repouso em relação à água de um lago calmo, em duas situações diferentes. Na figura 1, a pedra está totalmente imersa na água e, na figura 2, apenas um quarto dela está imerso. Para manter a pedra em repouso na situação da figura 1, a pessoa exerce sobre ela uma força vertical para cima, constante e de módulo F_1 . Para mantê-la em repouso na situação da figura 2, exerce sobre ela uma força vertical para cima, constante e de módulo F_2 .

Figura 1

Figura 2



(<http://educar.sc.usp.br>. Adaptado.)

Considerando a densidade da água igual a 10^3 kg/m^3 e $g = 10 \text{ m/s}^2$, é correto afirmar que a diferença $F_2 - F_1$, em newtons, é igual a

- A) 60
- B) 75
- C) 45
- D) 30
- E) 15

62

- (Enem PPL) Os densímetros instalados nas bombas de combustível permitem averiguar se a quantidade de água presente no álcool hidratado está dentro das especificações determinadas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). O volume máximo permitido de água no álcool é de $4,9\%$. A densidade da água e do álcool anidro são de $1,00 \text{ g/cm}^3$ e $0,80 \text{ g/cm}^3$, respectivamente.

Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br>. Acesso em: 5 dez. 2011 (adaptado).

A leitura no densímetro que corresponderia à fração máxima permitida de água é mais próxima de

- A) $0,20 \text{ g/cm}^3$.
- B) $0,81 \text{ g/cm}^3$.
- C) $0,90 \text{ g/cm}^3$.
- D) $0,99 \text{ g/cm}^3$.
- E) $1,80 \text{ g/cm}^3$.



63

(Enem) O pó de café jogado no lixo caseiro e, principalmente, as grandes quantidades descartadas em bares e restaurantes poderão transformar em uma nova opção de matéria prima para a produção de biodiesel, segundo estudo da Universidade de Nevada (EUA). No mundo, são cerca de 8 bilhões de quilogramas de pó de café jogados no lixo por ano. O estudo mostra que o café descartado tem 15% de óleo, o qual pode ser convertido em biodiesel pelo processo tradicional. Além de reduzir significativamente emissões prejudiciais, após a extração do óleo, o pó de café é ideal como produto fertilizante para jardim.

Revista Ciência e Tecnologia no Brasil, nº 155, jan. 2009.

Considere o processo descrito e a densidade do biodiesel igual a 900 kg/m^3 . A partir da quantidade de pó de café jogada no lixo por ano, a produção de biodiesel seria equivalente a

- A) 1,08 bilhão de litros.
- B) 1,20 bilhão de litros.
- C) 1,33 bilhão de litros.
- D) 8,00 bilhões de litros.
- E) 8,80 bilhões de litros.

64

(Enem) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.

Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- A) largos, reduzindo 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.

65

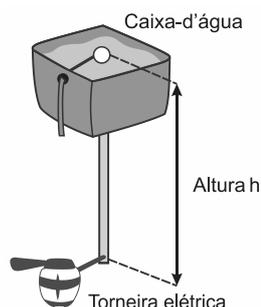
▶ (Enem PPL) No manual de uma torneira elétrica são fornecidas instruções básicas de instalação para que o produto funcione corretamente:

- Se a torneira for conectada à caixa-d'água domiciliar, a pressão da água na entrada da torneira deve ser no mínimo 18 kPa e no máximo 38 kPa .

- Para pressões da água entre 38 kPa e 75 kPa , ou água proveniente diretamente da rede pública, é necessário utilizar o redutor de pressão que acompanha o produto.

- Essa torneira elétrica pode ser instalada em um prédio ou em uma casa.

Considere a massa específica da água 1000 kg/m^3 e a aceleração da gravidade 10 m/s^2 .

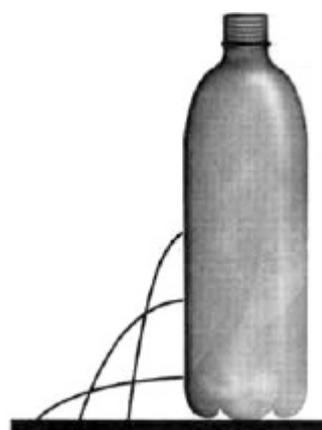


Para que a torneira funcione corretamente, sem o uso do redutor de pressão, quais deverão ser a mínima e a máxima altura entre a torneira e a caixa-d'água?

- A) 1,8 m e 3,8 m
- B) 1,8 m e 7,5 m
- C) 3,8 m e 7,5 m
- D) 18 m e 38 m
- E) 18 m e 75 m

66

(Enem) 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.

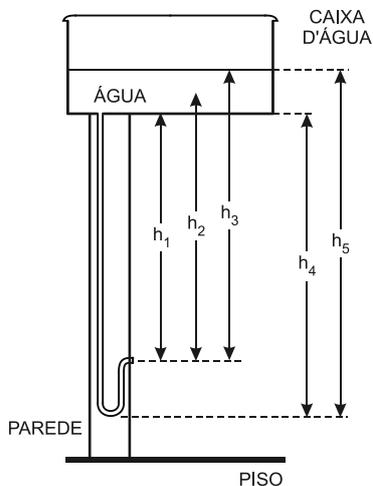


Como a pressão atmosférica interfere no escoamento da água, nas situações com a garrafa tampada e destampada, respectivamente?

- 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.

67

- (Enem) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

- A) h_1 .
- B) h_2 .
- C) h_3 .
- D) h_4 .
- E) h_5 .

68

- (Enem) Um brinquedo chamado ludião consiste em um pequeno frasco de vidro, parcialmente preenchido com água, que é emborcado (virado com a boca para baixo) dentro de uma garrafa PET cheia de água e tampada. Nessa situação, o frasco fica na parte superior da garrafa, conforme mostra a figura 1.



FIGURA 1

Quando a garrafa é pressionada, o frasco se desloca para baixo, como mostrado na figura 2.



FIGURA 2

Ao apertar a garrafa, o movimento de descida do frasco ocorre porque

- A) diminui a força para baixo que a água aplica no frasco.
- B) aumenta a pressão na parte pressionada da garrafa.
- C) aumenta a quantidade de água que fica dentro do frasco.
- D) diminui a força de resistência da água sobre o frasco.
- E) diminui a pressão que a água aplica na base do frasco.

69

- (Enem) Para oferecer acessibilidade aos portadores de dificuldade de locomoção, é utilizado, em ônibus e automóveis, o elevador hidráulico. Nesse dispositivo é usada uma bomba elétrica, para forçar um fluido a passar de uma tubulação estreita para outra mais larga, e dessa forma acionar um pistão que movimenta a plataforma. Considere um elevador hidráulico cuja área da cabeça do pistão seja cinco vezes maior do que a área da tubulação que sai da bomba. Desprezando o atrito e considerando uma aceleração gravitacional de 10 m/s^2 , deseja-se elevar uma pessoa de 65kg em uma cadeira de rodas de 15 kg sobre a plataforma de 20 kg.

Qual deve ser a força exercida pelo motor da bomba sobre o fluido, para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?

- A) 20 N
- B) 100 N
- C) 200 N
- D) 1000 N
- E) 5000 N

70

(Enem PPL) Um navio petroleiro é capaz de transportar milhares de toneladas de carga. Neste caso, uma grande quantidade de massa consegue flutuar.

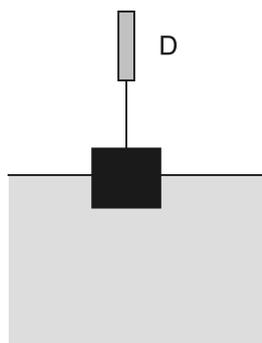
Nesta situação, o empuxo é

- A) maior que a força peso do petroleiro.
- B) igual à força peso do petroleiro.
- C) maior que a força peso da água deslocada.
- D) igual à força peso do volume submerso do navio.
- E) igual à massa da água deslocada.



71

- (Enem) Em um experimento realizado para determinar a densidade da água de um lago, foram utilizados alguns materiais conforme ilustrado: um dinamômetro D com graduação de 0 N a 50 N e um cubo maciço e homogêneo de 10 cm de aresta e 3 kg de massa. Inicialmente, foi conferida a calibração do dinamômetro, constatando-se a leitura de 30 N quando o cubo era preso ao dinamômetro e suspenso no ar. Ao mergulhar o cubo na água do lago, até que metade do seu volume ficasse submersa, foi registrada a leitura de 24 N no dinamômetro.



Considerando que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 , a densidade da água do lago, em g/cm^3 , é

- A) 0,6.
- B) 1,2.
- C) 1,5.
- D) 2,4.
- E) 4,8.

72

(Enem) Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocada no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso.

Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a

- A) escultura flutuará. Dessa forma, os homens não precisarão fazer força para remover a escultura do fundo.
- B) escultura ficará com peso menor, Dessa forma, a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.
- C) água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.
- D) água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso na escultura.
- E) água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura.

Gabarito

Corpos Extensos

- | | | | |
|-----|---------|-----|---------|
| 01. | Letra C | 12. | Letra C |
| 02. | Letra B | 13. | Letra B |
| 03. | Letra C | 14. | Letra C |
| 04. | Letra C | 15. | Letra A |
| 05. | Letra C | 16. | Letra C |
| 06. | Letra C | 17. | Letra B |
| 07. | Letra C | 18. | Letra E |
| 08. | Letra C | 19. | Letra B |
| 09. | Letra A | 20. | Letra C |
| 10. | Letra B | 21. | Letra A |
| 11. | Letra C | | |

Hidrostática

- | | | | |
|-----|---------|-----|---------|
| 22. | Letra A | 50. | Letra E |
| 23. | Letra B | 51. | Letra C |
| 24. | Letra C | 52. | Letra A |
| 25. | Letra B | 53. | Letra C |
| 26. | Letra C | 54. | Letra B |
| 27. | Letra C | 55. | Letra C |
| 28. | Letra B | 56. | Letra C |
| 29. | Letra B | 57. | Letra B |
| 30. | Letra C | 58. | Letra B |
| 31. | Letra C | 59. | Letra C |
| 32. | Letra A | 60. | Letra B |
| 33. | Letra C | 61. | Letra C |
| 34. | Letra C | 62. | Letra B |
| 35. | Letra C | 63. | Letra C |
| 36. | Letra C | 64. | Letra A |
| 37. | Letra C | 65. | Letra A |
| 38. | Letra B | 66. | Letra A |
| 39. | Letra B | 67. | Letra C |
| 40. | Letra C | 68. | Letra C |
| 41. | Letra A | 69. | Letra C |
| 42. | Letra C | 70. | Letra B |
| 43. | Letra A | 71. | Letra B |
| 44. | Letra A | 72. | Letra E |
| 45. | Letra A | | |
| 46. | Letra B | | |
| 47. | Letra C | | |
| 48. | Letra A | | |
| 49. | Letra A | | |

