DESENVOLVENDO » HABILIDADES

Aula 39

1 "Álcool molhado" é uma expressão utilizada para designar o álcool combustível automotivo adulterado pela adição excessiva de água ao etanol anidro, considerado puro (em função da baixa presença de água em sua composição). Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a porcentagem máxima de água permitida na composição do etanol hidratado combustível (EHC) é de 4,9% em volume, sendo o restante etanol anidro combustível (EAC).

Na lateral da bomba de combustível, nos postos de gasolina, é possível identificar o dispositivo que possibilita ao consumidor fiscalizar a qualidade do EHC no momento do abastecimento, como mostram as imagens a seguir.

Fernando Favoretto/Criar Imagem

Densímetro utilizado em postos de combustíveis.

Nesse dispositivo, o densímetro flutua parcialmente imerso no EHC. Dependendo da fração submersa, o combustível pode estar ou não fora da especificação.

a) A partir das massas específicas da água (1,0 g/cm³) e do EAC (0,8 g/cm³), determine a densidade máxima do EHC, em unidades do SI.

De acordo com as normas da ANP, uma amostra de 100 cm³ de etanol hidratado combustível (EHC) deve conter 4,9 cm³ de água e 95,1 cm³ de etanol anidro combustível (EAC), que correspondem a 4,9 g de água e 76,1 g de EAC. Logo:

$$\rho_{água} = \frac{m_{água}}{V_{água}} \Rightarrow 1{,}0 = \frac{m_{água}}{4{,}9} \therefore m_{água} = 4{,}9 \text{ g}$$

$$\rho_{EAC} = \frac{m_{EAC}}{V_{EAC}} \Rightarrow 0{,}8 = \frac{m_{EAC}}{95{,}1} \therefore m_{água} = 76{,}1 \text{ g}$$

A densidade do EHC é dada por:

$$d_{EHC} = \frac{m_{total}}{V_{total}} = \frac{4{,}9 + 76{,}1}{4{,}9 + 95{,}1} = \frac{81}{100} \therefore d_{EAC} = 0{,}81 \text{g/cm}^3 = 810 \text{ kg/m}^3$$

b) Relacione a quantidade de água presente no etanol hidratado adulterado com a sua densidade e com a indicação do densímetro que possibilita ao consumidor fiscalizar a qualidade do combustível.

No "álcool molhado" (combustível adulterado), a porcentagem de água é maior do que a máxima permitida. Nessa situação, a densidade do EHC é maior do que o valor calculado anteriormente, fazendo com que o densímetro (objeto que flutua parcialmente imerso no combustível) permaneça acima do nível recomendado.

DESENVOLVENDO » HABILIDADES

2 Leia o texto a seguir.

Pressão dos pneus: vai pegar areia? Então reduza em 10 libras!

Chatchai Kritsetsakul/Shutterstock

Existe [...] uma recomendação [...] que não consta do manual: reduzir a pressão – e muito – ao entrar num piso "fofo", de areia ou terra. Nesta situação, quanto maior a pressão do pneu, maior sua tendência a "mergulhar" na areia. Quanto menor, mais sua banda de rodagem se "espalha" e facilita o carro rodar nestas condições. [...]

Se a pressão normal é de 35 libras, costuma-se calibrar com apenas 25 libras, por exemplo.

Mas o motorista tem que estar muito atento e não pode se descuidar quando volta para o asfalto: tem que rodar em velocidades baixas, parar imediatamente num posto e voltar à calibragem normal antes de retornar às velocidades mais elevadas. Pois rodar com os pneus murchos na estrada asfaltada pode ser extremamente perigoso já que o carro perde estabilidade. Além disso, a pressão baixa aumenta significativamente o desgaste dos pneus.

(https://autopapo.uol.com.br/blog-do-boris/areia-reduza-dez-libras/) Acesso em: 13 mar. 2023.

A medida da pressão efetiva de um pneu, que corresponde à diferença entre as pressões interna e externa, é dada pela intensidade da componente normal da força de contato entre o pneu e o piso, por unidade de área. Embora seja mencionada em libras, como citado no texto, a unidade de pressão, nesse caso, é libra-força por polegada ao quadrado (lbf/pol²).

a) Sabendo que 1 libra-força equivale à intensidade da força gravitacional aplicada sobre um objeto de 1 libra de massa (aproximadamente 0,45 kg) e que 1 polegada é, aproximadamente, 2,5 cm, determine, em unidades do SI, a pressão de 35 lbf/pol² (considere $g = 10$ m/s²).

Convertendo as unidades individualmente:

$$1\ \text{lbf} = 0{,}45\ \text{kg} \cdot 10\ \text{m/s}^2 = 4{,}5\ \text{N}$$

$$1\ \text{pol}^2 = \left(2{,}5 \cdot 10^{-2}\ \text{m}\right)^2 = 6{,}25 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^2$$

$$35\ \frac{\text{lbf}}{\text{pol}^2} = 35 \cdot \frac{4{,}5\ \text{N}}{6{,}25 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^2} = 2{,}52 \cdot 10^5\ \text{Pa}$$

b) Calcule a razão entre as áreas de contato $\left(\dfrac{A_{murcho}}{A_{cheio}}\right)$ entre o pneu e o solo quando o carro é adaptado para rodar na areia, como indica a reportagem, isto é, quando a pressão passa de 35 lbf/pol² (cheio) para 25 lbf/pol² (murcho).

Na alteração da pressão efetiva dos pneus, não há alteração no peso do veículo e, portanto, mantém-se a intensidade da componente normal da força de contato. Como a pressão efetiva é dada pela razão entre a intensidade da normal e a área de contato, temos:

$$p_{cheio} = \frac{N}{A_{cheio}} \Rightarrow A_{cheio} = \frac{N}{p_{cheio}}$$

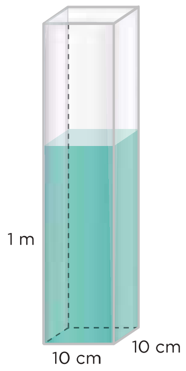
$$p_{murcho} = \frac{N}{A_{murcho}} \Rightarrow A_{murcho} = \frac{N}{p_{murcho}}$$

$$\frac{A_{murcho}}{A_{cheio}} = \frac{\frac{N}{p_{murcho}}}{\frac{N}{p_{cheio}}} = \frac{p_{cheio}}{p_{murcho}} = \frac{35}{25} = \frac{7}{5} = 1{,}4$$

DESENVOLVENDO » HABILIDADES

Aula 40

3 O recipiente transparente representado abaixo (fora de proporção) contém água em repouso.



a) Sendo a massa específica da água igual a 1 g/cm³ (ou 1 kg/L ou 10^3 kg/m³) e observando as dimensões indicadas, determine e massa de água e a pressão exercida por ela sobre o fundo do recipiente.

O volume de água é dado por:

$V = 0{,}1\ \text{m} \cdot 0{,}1\ \text{m} \cdot 1\ \text{m} \ \therefore\ V = 10^{-2}\ \text{m}^3$

A massa é dada por:

$m = \rho \cdot V = 10^3\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10^{-2}\ \text{m}^3 \ \therefore\ m = 10\ \text{kg}$

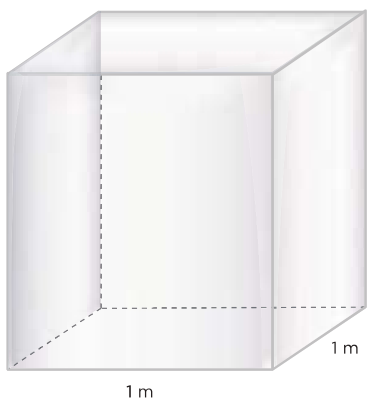
A pressão é dada por:

$p = \frac{N}{A} = \frac{m \cdot g}{A} = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{A} = \frac{\rho \cdot \cancel{A} \cdot h \cdot g}{\cancel{A}} = \rho \cdot g \cdot h$

Substituindo os valores, obtemos:

$p = 10^3\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1\ \text{m} \ \therefore\ p = 10^4\ \text{N/m}^2$

b) Considere agora o novo recipiente transparente representado na figura a seguir.



Qual deveria ser a massa de água e que altura (em relação à base) ela deveria alcançar a fim de que a pressão exercida sobre o fundo do recipiente seja igual à do item anterior?

Para que a pressão ($p = \rho \cdot g \cdot h$) seja a mesma, é preciso que a água atinja 1 m de altura no novo recipiente. Desse modo, o volume de água será:

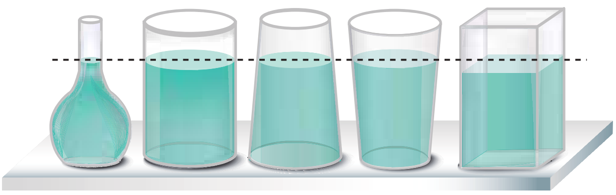
$V = 1\ \text{m} \times 1\ \text{m} \times 1\ \text{m} = 1\ \text{m}^3$

Logo, a massa de água será:

$m = \rho \cdot V = 10^3\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1\ \text{m}^3$

$\therefore\ m = 10^3\ \text{kg}$

c) À luz dos resultados acima, explique por que a pressão hidrostática no fundo de todos os recipientes representados abaixo, os quais contêm o mesmo fluido, tem o mesmo valor.



Admitindo-se que todos os frascos sejam preenchidos com o mesmo fluido, a pressão é a mesma sobre o fundo de todos os recipientes, independentemente do formato de cada um, pois todos apresentam o mesmo nível em relação à base.

DESENVOLVENDO » HABILIDADES

4 Em um tubo em forma de U, de secção reta constante e aberto em ambas as extremidades, um estudante aplica um método experimental para determinar a massa específica de um líquido X, não miscível com água. Inicialmente o tubo está vazio. No ramo da direita (D), o estudante adiciona água até o limite indicado na figura A, faltando 15 cm para preencher completamente o tubo.

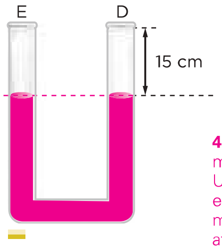


Figura A

4a. A altura do nível da água é a mesma nos ramos do tubo em U, pois ambas as extremidades estão abertas, submetidas à mesma pressão, isto é, à pressão atmosférica.

a) Represente, na própria figura A, o nível que a água atinge no ramo da esquerda (E). Resposta representada na figura.

b) Em seguida, ele adiciona o líquido X até completar a capacidade do ramo da direita e observa que o nível inicial da água "desce" 10 cm nesse ramo. Complete a figura B indicando o novo nível atingido pela água no ramo da esquerda e determine a massa específica do líquido X.

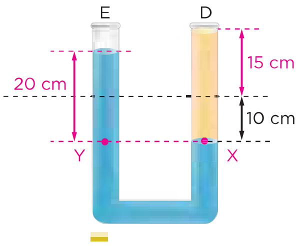


Figura B

Em relação à marcação original, o nível da água no ramo da direita desce 10 cm. Portanto, o nível da água no ramo da esquerda sobe 10 cm, como mostra a figura. Como os pontos X e Y estão na mesma horizontal e no mesmo fluido, a pressão é a mesma:

$p_X = p_Y$

$p_{atm} + \rho_X \cdot g \cdot h_X = p_{atm} + \rho_{água} \cdot g \cdot h_{água}$

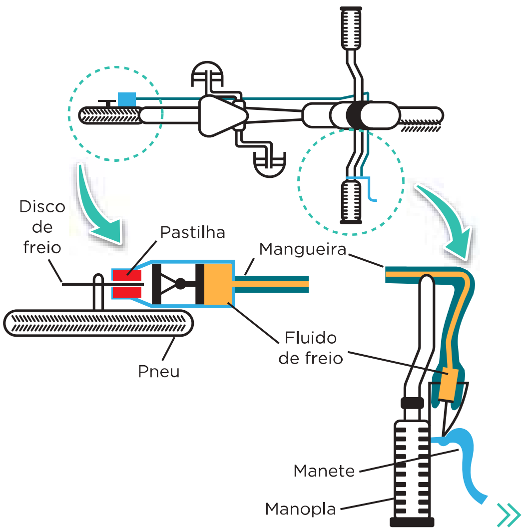
$\rho_X \cdot 25\,\text{cm} = 1\,\dfrac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 20\,\text{cm}$

$\therefore\ \rho_X = 0{,}8\,\text{g/cm}^3$

Aula 41

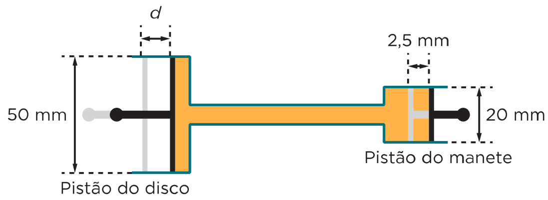
5 O princípio de Pascal tem inúmeras aplicações práticas. Uma delas, que talvez você conheça, é o freio a disco hidráulico presente em bicicletas, como ilustra a figura ao lado.

Ao acionar o manete (aproximando-o da manopla), o ciclista empurra o pistão, que comprime o fluido de freio. Esse acréscimo de pressão, que é verificado em todos os pontos do fluido, desloca o pistão próximo ao disco de freio, acionando as pinças – que, por sua vez, comprimem as pastilhas contra o disco de freio. Como as áreas dos cilindros e pistões (sobre os quais são aplicadas as forças) são diferentes, esse sistema apresenta uma vantagem mecânica, isto é, a força aplicada sobre a pinça que comprime as pastilhas sobre o disco de freio é maior que a força aplicada pelo ciclista sobre o manete.



DESENVOLVENDO » HABILIDADES

» De forma esquemática, os cilindros e pistões do manete e do disco estão representados na figura abaixo, com algumas dimensões indicadas.



Professor, se considerar interessante, é possível analisar comparativamente o trabalho realizado pela força de pressão do fluido em cada pistão. Destaque para os alunos que o módulo da força é inversamente proporcional ao deslocamento de cada pistão, pois o trabalho em ambos é o mesmo, ou seja, não pode haver acréscimo de energia nessa situação.

a) Qual é a razão entre os módulos das forças aplicadas pelo pistão do disco (F_D) e pelo pistão do manete (F_M) nesse esquema?

Pelo princípio de Pascal, o acréscimo de pressão é o mesmo em todos os pontos do fluido do freio. Comparando dois pontos próximos aos pistões do disco e do manete, temos:

$$\Delta p_D = \Delta p_M$$

$$\frac{F_D}{A_D} = \frac{F_M}{A_M}$$

$$\frac{F_D}{F_M} = \frac{A_D}{A_M} = \frac{\pi \cdot (25\,\text{mm})^2}{\pi \cdot (10\,\text{mm})^2}$$

$$\therefore \frac{F_D}{F_M} = 6{,}25$$

b) Quando o pistão do manete se deslocar 2,5 mm, qual será o deslocamento do pistão do disco?

Admitindo que o fluido de freio seja incompressível, o volume se mantém constante. Desse modo, as variações de volume em cada cilindro são as mesmas:

$$\Delta V_D = \Delta V_M$$

$$\pi \cdot (25\,\text{mm})^2 \cdot d = \pi \cdot (10\,\text{mm})^2 \cdot 2{,}5\,\text{mm}$$

$$\therefore d = 0{,}4\,\text{mm}$$

Aula 42

6 Tiago, um intrépido garoto de mente aguçada e 30 kg de massa, construiu uma embarcação de papelão para cruzar a piscina. O barco-caixa, que foi reforçado e impermeabilizado com fita adesiva, tinha 100 cm de comprimento por 50 cm de largura por 18 cm de altura, como mostra a figura.

Em seu primeiro teste, Tiago colocou o barco sobre a água e entrou cuidadosamente nele. Considere que a massa da criança se distribuiu uniformemente sobre o fundo do barco, minimizando a chance de ruptura em função do aumento de pressão sobre o fundo do barco em um ponto específico.

a) Considere a massa específica da água igual a $1{,}0 \times 10^3$ kg/m³ e a aceleração local da gravidade igual a 10 m/s². Desprezando a massa do barco, quantos centímetros ele afundou ao atingir o equilíbrio com o Tiago em seu interior, mantida sua posição horizontal?

Como a criança permanece em equilíbrio dentro do barco, as forças peso e normal que agem sobre ela têm o mesmo módulo. Como o barco-caixa permanece em equilíbrio na horizontal, as forças normal (aplicada pela criança sobre a superfície do barco) e empuxo (aplicado pela água sobre o barco) têm o mesmo módulo:

$$P = N \Rightarrow E = N$$

Assim, o peso da criança tem mesmo módulo que o empuxo:

$$E = P$$

$$\rho_F \cdot V_S \cdot g = m \cdot g$$

$$\rho_F \cdot V_S = m$$

$$\rho_F \cdot A_b \cdot h = m$$

$$h = \frac{m}{\rho_F \cdot A_b} = \frac{30}{1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}5}$$

$$\therefore h = 6\,\text{cm}$$

b) Após esse primeiro ensaio, Tiago convidou seus primos Paco (38 kg) e Isadora (32 kg) para entrarem juntos no barco e descobrirem, na prática, sua capacidade máxima. Eles planejaram testes entrando no barco em duplas alternadas antes de entrarem todos de uma vez.

Considerando as massas das crianças e as dimensões do barco, discuta quais delas poderiam ser colocadas juntas sem que o barco afundasse completamente.

Admitindo que o barco-caixa possa, ao máximo, submergir exatamente 18 cm, que corresponde à altura da caixa, é possível determinar a máxima massa suportada desta forma:

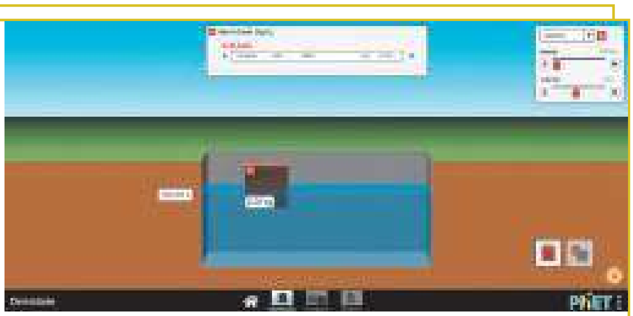
$m = \rho_F \cdot A_b \cdot h = 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}18$

$\therefore m = 90\ \text{kg}$

Desse modo, qualquer dupla de crianças poderia ser colocada simultaneamente, pois a soma das massas, duas a duas, é sempre inferior a esse valor. No entanto, não seria possível colocar as três ao mesmo tempo, pois a massa total seria de 100 kg.

#cultura_digital

Visite a simulação intitulada Densidade no *site* PhET, da Universidade do Colorado (Estados Unidos), para explorar as relações entre as grandezas físicas que determinam a flutuabilidade de um corpo. (Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_pt_BR.html. Acesso em: 4 nov. 2022.)



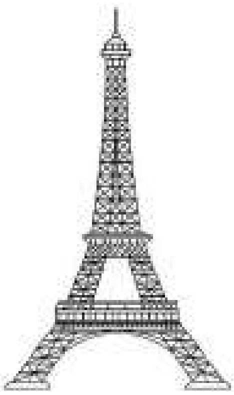
Reprodução/www.phet.colorado.edu

EXTRAS!

Aula 39

1 **ENEM** A Torre Eiffel, com seus 324 metros de altura, feita com treliças de ferro, pesava 7 300 toneladas quando terminou de ser construída em 1889. Um arquiteto resolve construir um protótipo dessa torre em escala 1 : 100, usando os mesmos materiais (cada dimensão linear em escala de 1 : 100 do monumento real).

Considere que a torre real tenha uma massa M_{torre} e exerça na fundação sobre a qual foi erguida uma pressão P_{torre}. O modelo construído pelo arquiteto terá uma massa M_{modelo} e exercerá uma pressão P_{modelo}.



Reprodução/Enem, 2020.

Como a pressão exercida pela torre se compara com a pressão exercida pelo protótipo? Ou seja, qual é a razão entre as pressões $(P_{torre})/(P_{modelo})$?

a) 10^0 **b)** 10^1 **c)** 10^2 **d)** 10^4 **e)** 10^6