



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física



ESTÁTICA E HIDROSTÁTICA POR RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM EQUIPE

Thiago Nascimento Higino da Silva

Marta Feijó Barroso

Material instrucional associado à dissertação de mestrado
de Thiago Nascimento Higino da Silva, apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da
Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
Agosto de 2018

Introdução

Caro professor,

Apresenta-se aqui a sequência didática inspirada na metodologia da Aprendizagem Baseada em Equipes (*Team Based Learning*) e Ensino sob Medida (*Just in Time Teaching*) para os temas de Estática dos Corpos Extensos e Hidrostática no ensino médio. Essa sequência foi criada a partir da utilização em conjunto das metodologias por Oliveira (2016) em turmas de ensino superior. O modelo foi adaptado para se adequar às aulas de ensino médio e foi produzido todo o material instrucional que será descrito a seguir. A sequência foi utilizada em sala de aula do 3º ano do ensino médio de um colégio da rede pública federal do estado do Rio de Janeiro.

O material aqui disponível é apresentado para os colegas professores que desejam utilizá-lo em sala de aula ou utilizá-lo como base para novos materiais.

São apresentados:

- as Tarefas de Leitura (TL) preparadas;
- os Testes de Preparação Individual (TPI); os Testes de Preparação de Equipe (TPE) utilizados foram os mesmos Testes de Preparação Individual
- os problemas para a aula de Resolução de Problemas em Equipe (RPE);
- o Questionário de Identificação dos Grupos;
- instruções para elaboração do cartão resposta (“raspadinha”).

No trabalho desenvolvido em sala de aula, a sequência didática utilizada foi a apresentada na Tabela 1. Essa estrutura foi pensada para uma turma em que aconteça uma aula semanal de no mínimo 1h e 30min. Caso a sequência seja utilizada em turmas com quantidade de aulas ou duração diferentes, recomenda-se adaptar as TLs e os Testes de Preparação de forma a que consigam ser trabalhados no período disponível.

As Tarefas de Leitura devem ser enviadas para as turmas com antecedência. Os alunos devem estudá-las e na sequência responder o formulário eletrônico com as questões conceituais (nesta aplicação foi utilizado a plataforma *Google Forms*). O professor deve receber as respostas dos alunos e utilizá-las para preparar uma rápida

explicação que será feita no início das aulas de preparação. Recomenda-se que algumas das respostas dos alunos sejam reproduzidas em sala como exemplo, tomando o devido cuidado para não gerar constrangimento.

	Em casa	Em aula
Preparação	TL I sobre Torque, Centro de Gravidade e Equilíbrio	TPI I e TPE I
Aplicação	TL II sobre torque (Partes do livro de Guimarães e Fonte Boa (2006) com exercício resolvido) Questão sobre marcação de forças e equilíbrio de uma escada	RPE I – Balança de Braços
Preparação	TL III sobre Pressão hidrostática	TPI II e TPE II
Preparação	TL IV sobre Empuxo (empuxo a partir da pressão, dependência do volume deslocado)	TPI III e TPE III
Aplicação	TL V sobre Empuxo (flutuabilidade a partir da diferença de densidades)	RPE II – Construção de Embarcação

Tabela 1- Estrutura da sequência aplicada na turma C, que possuía 2 tempos semanais de 1h e 30 min

Então, após a explicação do professor os alunos devem fazer os testes de preparação, primeiro individualmente (TPI), em seguida reunidos em suas equipes (TPE) e utilizando o cartão resposta de feedback instantâneo (raspadinha). O modelo de cartão resposta utilizado e os procedimentos necessários para sua confecção estão descritos ao fim deste anexo.

Após a aula de preparação, o professor deve enviar outra TL para os alunos e repetir o processo de preparar sua explicação na aula seguinte, utilizando as respostas dos estudantes. Esta aula é a de Aplicação; após as dúvidas com as TLs serem sanadas pelo professor os alunos devem se reunir com suas equipes e começar o processo de resolução de problemas. Cada equipe deve receber um pequeno quadro a ser utilizado para apresentar suas soluções.

Após a resolução, as equipes devem utilizar os quadros para apresentar sua solução para as outras, que devem criticar e sugerir melhorias ou correções. É importante que todas as equipes façam o mesmo problema e que coloquem suas soluções nos quadros antes que comecem as apresentações das outras equipes, para evitar que as soluções apresentadas sofram influências.

O material é apresentado da forma como foi aplicado nas turmas A, B e C. As turmas A e B, dispunham de 1 aula semanal de 45 min e 1 aula quinzenal de 1h e 30 min. Já a turma C dispunha de 1 aula semanal de 1h e 30 min. Essa diversidade justifica as diferentes configurações. As TLs e os TP utilizados na turma C foram divididos para serem utilizadas nas turmas A e B.

Para saber mais

Para o professor que quiser mais informações sobre as metodologias ativas de aprendizagem inspiradoras desta sequência e sobre outras metodologias semelhantes, apresenta-se uma lista, não exaustiva, com alguns trabalhos que descrevem a aplicação destas metodologias em aulas de Física.

- S. Araújo, e E.Mazur. Instrução pelos colegas e ensino sobre medida uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* v. **30**, n. 2, 2013.
- J. Acacio de Barros, et al. Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. **26**, n. 1, p. 63-69, 2004.
- Tobias Espinosa de Oliveira, Ives Solano Araújo, Eliane Angela Veit. Sala de aula invertida (flipped classroom). *Física na escola*. São Paulo. Vol. **14**, n. 2 (out. 2016), p. 4-13, 2016
- Tobias Espinosa de Oliveira, Ives Solano Araújo, Eliane Angela Veit. Aprendizagem baseada em equipes (Team based learning): um método ativo para o ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol. **33**, n. 3, p. 962-986, dez 2016.

Apêndice A.1

Tarefas de Leitura

Tarefa de Leitura I – Torque e Equilíbrio

Torque

Observe as portas representadas na figura 1. Se você fosse escolher uma delas para sua casa, qual seria? Tenho certeza que sua resposta seria: “a da esquerda” e muito provavelmente diria que a maçaneta da outra porta está no lugar errado. Mas porque a maçaneta tem um lugar “correto”? Será que não é possível abrir a porta com a maçaneta colocada em outro ponto? Sim, é possível, mas ficaria bem mais difícil; ou seja, seria necessária uma força maior para abrir a porta.

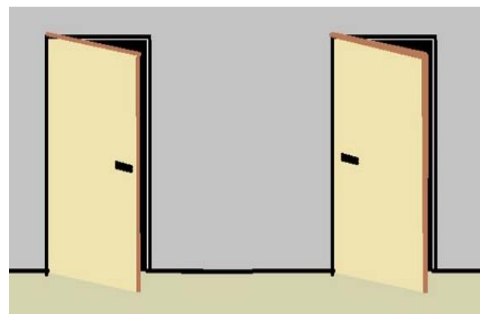


Figura 1. Portas com maçanetas em posições diferentes

Podemos perceber que, quando desejamos abrir uma porta, além da força que exercemos também é relevante o local onde a força é exercida. Esse raciocínio é válido sempre que desejarmos girar um corpo. Sendo assim, responda: em que posição para aplicação da força dentre as mostradas na figura 2 será mais fácil abrir o parafuso (girar a chave)?

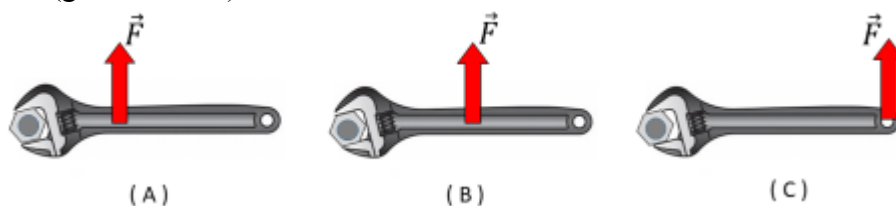


Figura 2. Forças exercidas em diferentes lugares de uma chave de boca.

Assim como na situação anterior, na figura C será necessária uma força de intensidade menor que nas outras. Agora vamos pensar nas três situações mostradas na figura 3. Em qual delas seria mais fácil de rodar a chave, ou seja, em qual delas precisaríamos exercer uma força menor?

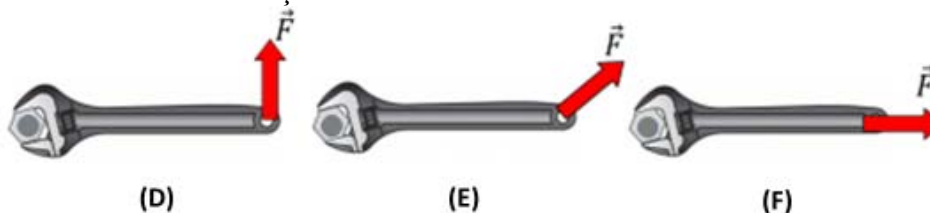


Figura 3. Forças atuantes no mesmo ponto em diferentes direções.

Repare que a situação D da figura 3 é idêntica à situação C da figura 2. As forças na figura 3 são aplicadas à mesma distância do eixo de rotação, porém de formas (orientações em relação ao braço da chave) diferentes. Na situação C seria necessária uma força menor (e na situação F a chave nunca giraria). Isto indica que o que influencia na hora de girar o corpo não é apenas a distância entre o ponto de aplicação

da força e o eixo de rotação. Observe a figura 4: à esquerda a imagem da chave da figura anterior é repetida e à direita estamos observando a situação de perfil.

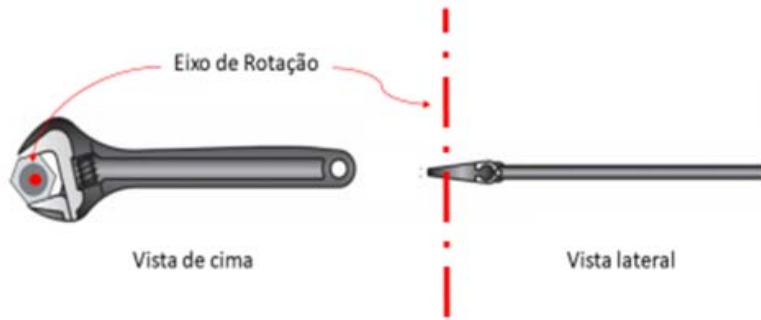


Figura 4. Vista superior e vista lateral de uma chave

O parafuso no ponto central (em vermelho na imagem), à esquerda da figura 4, representa o eixo em torno do qual a chave irá girar. Este eixo é chamado de eixo de rotação. A distância deste eixo à direção da força é chamada de *braço da alavanca*. E esta distância é que influencia na capacidade que uma força possui de girar o corpo. Na figura 5 o *braço da alavanca* esta representado pelo segmento de reta que liga a posição do parafuso à direção da reta de aplicação da força (em azul).

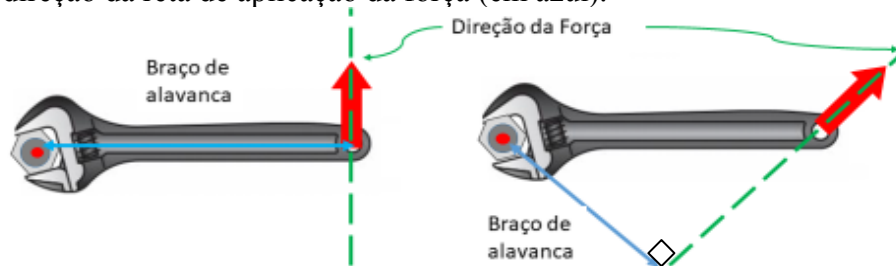


Figura 5. A inclinação da força modifica o comprimento do Braço de Alavanca.

Então essa capacidade (de girar o corpo) é influenciada pela direção em que a força é exercida. Pensando na porta citada no início do texto, fica fácil constatar que não será possível abri-la se a força sobre a maçaneta for exercida para cima ou para baixo. É simples perceber que ao inclinarmos a força, o braço (D) muda de comprimento e em certas situações é nulo. Observe na figura 6 que quando a direção da força passa pelo eixo de rotação ela não é capaz de girar o corpo.



Figura 6. Força que não gera Torque, já que o *braço da alavanca* é nulo

*Na física, expressamos essas propriedades utilizando a grandeza denominada **Torque** (muitas vezes chamada momento de uma força), que está associada à capacidade que uma força possui de provocar a rotação de um corpo em torno de um eixo.*

Então é possível estabelecer uma relação de proporcionalidade entre o Torque, o módulo da Força exercida e o braço de alavanca

$$\tau = F \cdot D$$

A unidade de medida para a grandeza torque no Sistema Internacional de Unidades é o Newton.metro (N.m). Torques em sentidos opostos devem ser associados a sinais opostos.

Dessa forma, a simples atuação de uma força não garante a existência de torque. Para que a força seja capaz de girar o corpo é necessário que o braço da alavanca não seja nulo. Da mesma forma, a força resultante em um corpo ter módulo nulo não significa que não exista um torque resultante, ou seja, o corpo pode girar mesmo em casos de força resultante zero. Observe a figura 7: nela atuam sobre o volante duas forças opostas, porém em três situações distintas.

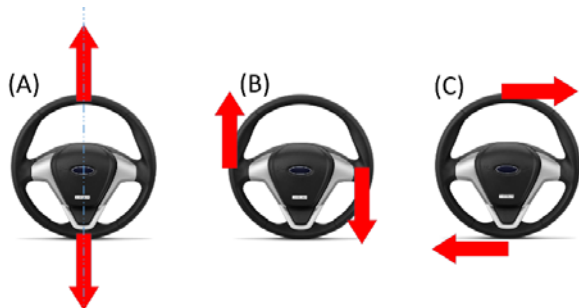


Figura 7. Forças opostas atuando sobre um volante.

Nos três casos, se as forças exercidas têm mesmo valor em módulo, a resultante de sua soma é zero. Mas em alguma das situações o volante irá girar? A resposta é sim; em B e em C as forças não estão sobre uma direção que passa pelo eixo de rotação (centro do volante); nestes casos existe um braço de alavanca e existem Torques. No caso A, o volante não gira, já que as forças estão na direção que passa pelo eixo de rotação e dessa forma possuem braço de alavanca nulo.

Os sistemas mostrados em B e C são chamados de *binários* de forças. São situações em que duas forças de mesmo módulo e direção, porém sentidos opostos, atuam em um corpo e geram Torque. Muitas ferramentas utilizam binários de força para facilitar tarefas; algumas estão mostradas na figura 8.

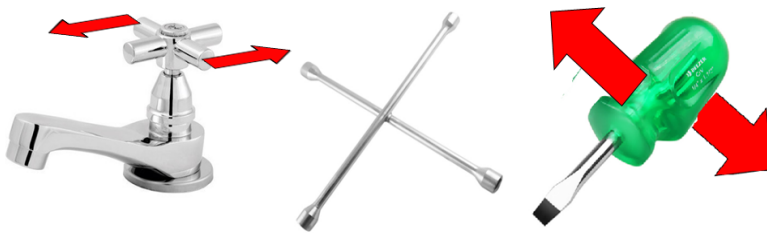


Figura 8. Sistemas que utilizam binários em nosso cotidiano.

Dessa forma, não podemos afirmar que um corpo fica em equilíbrio simplesmente quando a força resultante que atua sobre ele é nula, já que mesmo nesta situação pode haver um Torque resultante e o corpo pode girar. Então o que é necessário para manter objetos em equilíbrio estático, ou seja, em repouso? Isto é o que veremos na próxima seção.

Equilíbrio Estático

Na seção anterior falamos sobre o binário, um par de forças que se anula, mas provoca torque, ou seja, mesmo com força resultante nula é possível que um corpo extenso não fique em equilíbrio. Quais então serão as condições de equilíbrio? Vamos imaginar uma situação: o que é preciso para manter uma sacola com 4kg de compras em repouso?

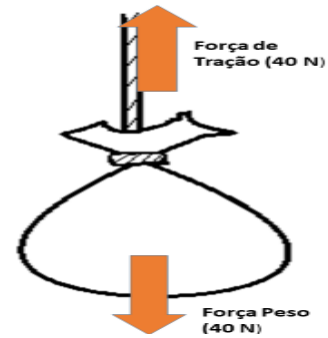


Figura 8. Forças que atuam em uma sacola em equilíbrio.

A resposta é uma força vertical e oposta ao peso de 40N, já que a força peso sobre a sacola tem este mesmo valor seria necessária exercer uma força com esta intensidade vertical e para cima.

Agora se tivéssemos duas sacolas de 2kg cada e tivéssemos que equilibrá-las utilizando uma barra (de massa desprezível), como mostra a figura 9. O que seria preciso? Com certeza a mesma força de 40 N. Porém esta força poderia ser exercida em qualquer ponto da barra? Para conseguir o Equilíbrio essa força precisa ser feita no centro da barra.

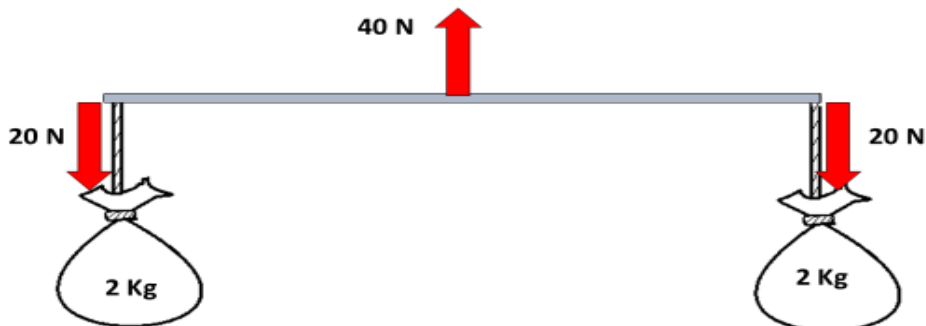


Figura 9. Equilibrando pesos iguais na extremidade de uma barra.

Mas e se as massas das sacolas fossem diferentes?

Por exemplo, e se uma das sacolas tivesse 1 kg e a outra 3kg? Ainda seria necessária uma força de 40N, porém a barra ficaria em equilíbrio com esta força atuando em seu centro? Também não é difícil de imaginar que neste caso a força deveria ser feita mais próxima da sacola de maior massa, assim como está representado na figura 10. Caso contrário a barra iria girar. Ou seja, para que esta barra fique em equilíbrio é necessário que não exista torque resultante.

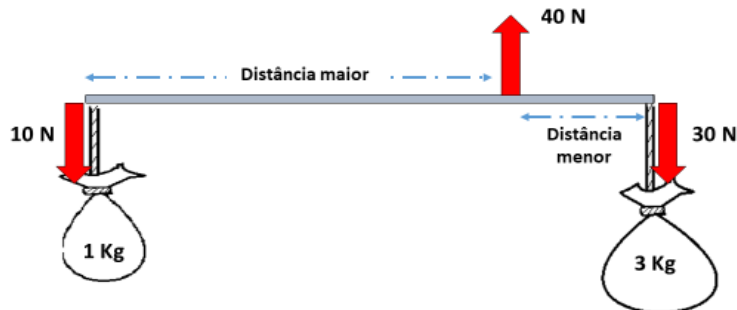


Figura 10. Equilibrando pesos diferentes nas extremidades de uma barra.

A mesma condição é válida sempre que as forças que atuam sobre um corpo não são aplicadas em um único ponto. No caso da primeira sacola, como só havia a força peso atuando

sobre ela, para equilibrá-la bastava fazer uma outra oposta e no mesmo ponto (ou mesma direção). Assim o torque gerado pelas duas forças seria nulo em relação a qualquer ponto.

No caso de mais de uma força atuando no corpo, ou de forças que atuem pontos diferentes, com braços de alavancas diferentes, como é o caso da figura 10, precisamos estabelecer que os torques produzidos devem se anular para que o corpo não gire.

Além da força resultante ser nula, o torque resultante (em relação a qualquer eixo de rotação) também deve ser. Sendo assim para que um corpo fique em equilíbrio temos duas condições:

$$|\vec{F}_R| = 0 \quad e \quad |\vec{\tau}_R| = 0$$

Centro de Gravidade

Daqui para frente, iremos trabalhar com objetos extensos, ou seja, devemos considerar suas dimensões. Isto porque, como discutido antes, os locais de atuação das forças irão influenciar em seus braços de alavanca e conseqüentemente no torque que realizam. Dessa forma, ao representarmos as forças atuantes em um objeto, deve-se tomar cuidado com o local onde iremos desenhá-las.

Uma das forças com a qual mais trabalharemos é a força Peso. Sabemos que cada pedacinho do objeto é atraído para o centro da terra, então cada pedacinho sofre a ação da força peso. Porém, para simplificar a análise, imaginamos que a força peso de um corpo atua em um único ponto. Este ponto é chamado Centro de Gravidade.

Quando desejamos equilibrar um corpo podemos pendurá-lo pelo centro de gravidade. Como dessa forma a força peso e a força que o está sustentando atuam na mesma direção, seus torques seriam nulos. Observe o objeto genérico da figura 11. Se fosse pendurado pelo ponto A indicado, as forças Peso e a força feita em A realizariam torques e o objeto giraria no sentido horário.

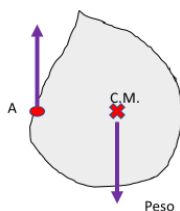


Figura 11. Forças que atuam em um objeto pendurado

Em objetos de dimensões comuns podemos afirmar que o Centro de gravidade de um corpo se situa em seu Centro de Massa.

Como encontrar o centro de gravidade?
<https://www.youtube.com/watch?v=8eawVAfLfJc>
https://www.youtube.com/watch?v=66Qy_dfjPa4

Para corpos homogêneos e simétricos o centro de massa se localiza no próprio centro geométrico do corpo, como pode ser visto na figura 12.



Figura 12. Objetos homogêneos e simétricos e seus respectivos centros de massa

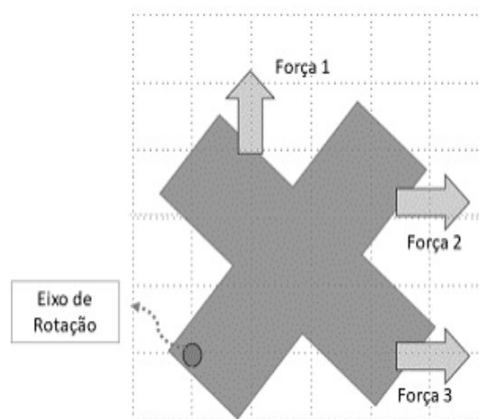
Após a leitura desse texto, abra o link disponível no e-mail e responda às perguntas presentes no formulário desta tarefa de leitura. Bons estudos.

FORMULÁRIOS DA TAREFA DE LEITURA I

TURMA C – Torque e Equilíbrio estático

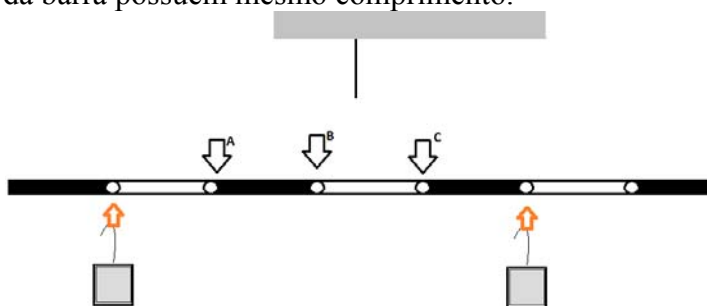
1- Após a leitura você ficou em dúvida quanto a algum conteúdo abordado ou algum trecho do texto? Em caso afirmativo cite-os e explicito entrando em detalhes. Em caso negativo cite o que mais lhe chamou atenção no material. Fique à vontade para fazer perguntas ou comentários neste espaço.

2 - A figura mostra um aparato de decoração em formato de cruz visto de cima. Ele está preso a um eixo (assinalado na figura) de forma que pode girar livremente na horizontal em torno dele. É necessário girar o aparato no sentido horário para deixá-lo na posição correta para a decoração. Com o objetivo de não danificar a peça, o operário só tem a opção de puxar de uma das três formas indicadas na figura. Que forma o operário deve escolher para que exerça a menor força?



Por favor, explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

3 - Duas caixas, de mesma massa, serão penduradas na barra (que possui massa desprezível) nas posições indicadas pelas setas vermelhas. Ela então deverá ser pendurada em um fio preso ao teto. Para que a barra fique em equilíbrio na horizontal em qual dos furos, mostrados pelas setas pretas, o fio deve ser amarrado? Considere que as partes claras e escuras da barra possuem mesmo comprimento.



Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

4 - Se surgiu alguma dúvida enquanto respondia às perguntas, coloque-a neste espaço. Também pode ser utilizado para comentários que julgue ser importante para a próxima aula.

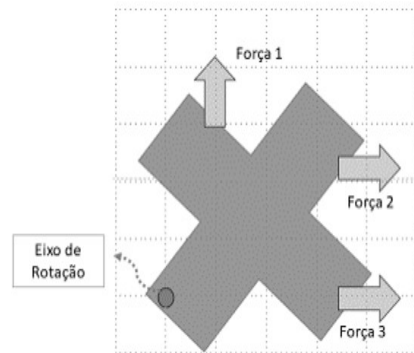
Turmas A e B - Torque

1- Após a leitura, você ficou em dúvida quanto a algum conteúdo abordado ou algum trecho do texto? Em caso afirmativo cite-o e explicito entrando em detalhes. Em caso negativo cite o que mais lhe chamou atenção no material. Fique à vontade para fazer perguntas ou comentários neste espaço.

2- Uma tábua de formato retangular está presa por meio de um suporte articulado a uma parede, formando uma prateleira. Para que a prateleira fique na horizontal são utilizados cabos presos ao teto, um em cada extremidade da prateleira, e que a impedem de cair. Os pontos pretos da figura representam possíveis locais onde podem ser colocados os fios. Em qual par de pontos os fios devem ser colocados de forma a ter menor possibilidade de se romperem?

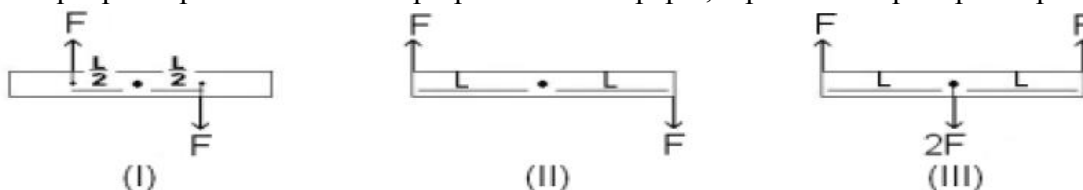
Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

3- A figura mostra um aparato de decoração em formato de cruz visto de cima. Ele está preso a um eixo (assinalado na figura) de forma que pode girar livremente na horizontal em torno dele. É necessário girar o aparato no sentido horário para deixá-lo na posição correta para a decoração. Com o objetivo de não danificar a peça, o operário só tem a opção de puxar de uma das três formas indicadas na figura. Que forma o operário deve escolher para que exerça a menor força?



Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

4 - Classifique os três casos de acordo com o Torque resultante na barra em torno de um eixo que passa por seu centro e é perpendicular ao papel, representado pelo ponto preto.



- (a) $(I) = (II) > (III)$.
- (b) $(I) > (II) > (III)$.
- (c) $(II) > (I) > (III)$.
- (d) $(II) > (III) > (I)$.
- (e) é zero nos três casos.

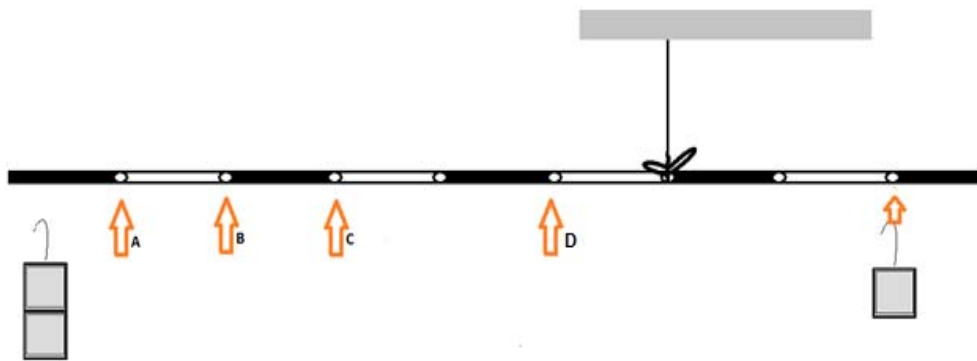
Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

5 - Se surgiu alguma dúvida enquanto respondia às perguntas, coloque-a neste espaço. Também pode ser utilizado para comentários que julgue ser importante para a próxima aula.

Turmas A e B – Equilíbrio Estático

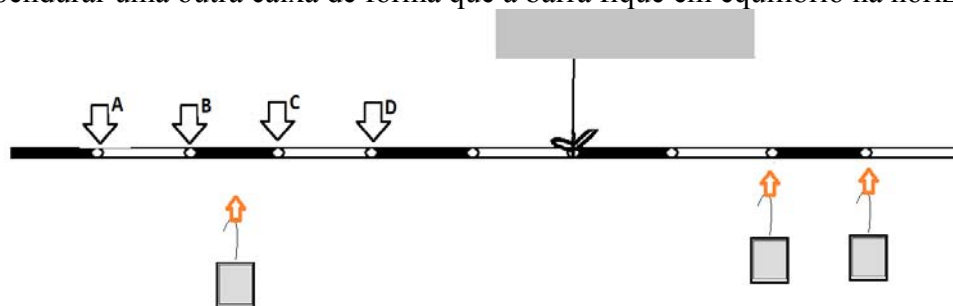
1- Após a leitura você ficou em dúvida quanto a algum conteúdo abordado ou algum trecho do texto? Em caso afirmativo, cite-os e explicito entrando em detalhes. Em caso negativo cite o que mais lhe chamou atenção no material. Fique à vontade para fazer perguntas ou comentários neste espaço.

2- A barra da figura tem massa desprezível, está dividida em intervalos de mesmo comprimento (claros e escuros) e está pendurada por um fio preto. Uma caixa está pendurada à direita do ponto em que o fio está preso. Em qual dos pontos assinalados (a esquerda do nó) deve ser pendurada uma caixa com o dobro da massa da primeira de forma a manter a barra em equilíbrio e na horizontal?



Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

3- Nesta situação, duas caixas serão penduradas à direita do ponto em que a barra está presa, mas em posições distintas. Em qual dos buracos assinalados pelas setas pretas deve-se pendurar uma outra caixa de forma que a barra fique em equilíbrio na horizontal?



Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

4- Se surgiu alguma dúvida enquanto respondia às perguntas, coloque-a neste espaço. Também pode ser utilizado para comentários que julgar ser importante para a próxima aula.

Tarefa de Leitura II – HIROSTÁTICA I

Pressão Hidrostática

Qualquer pessoa ao entrar em uma piscina já deve ter sentido a sensação de estar “mais leve”. Porém, é óbvio que sua massa não diminui simplesmente por ter entrado na água. Mas essa sensação não está errada; ela significa que a água está sustentando seu corpo de alguma forma, ou seja, a água está exercendo uma força sobre seu corpo.

Mas como a água exerce força? Esta força atua somente na vertical? Vamos relembra algumas características da estrutura dos fluidos que nos permitirão responder estas perguntas.

Ao contrário do que ocorre em sólidos, as moléculas que compõem os líquidos e gases têm grande liberdade para se movimentar. Dessa forma, um objeto colocado na água sofre o impacto de inúmeras colisões destas moléculas, em todas as direções, ao redor de sua superfície. Destas colisões resulta o que chamaremos de **Pressão**, que pode ser definida como sendo a Força exercida por unidade de área. Neste caso a Pressão seria a força exercida por essas colisões por unidade de área (“pedacinhos”) da superfície do objeto.

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

$$\text{unidades : } \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pascal(Pa); atm; cmHg.}$$

Quando um líquido está em equilíbrio, todas as porções deste líquido estão em repouso (ou seja, não existe escoamento). A partir desta constatação vamos pensar nas condições para manter esse equilíbrio. Observe a figura 1: nela vemos uma certa quantidade de líquido, delimitada por um retângulo imaginário. Esta porção é bombardeada por outras moléculas de água que estão ao seu redor, sofrendo colisões em todas as direções. Para que a água contida neste retângulo imaginário fique em equilíbrio, as forças que atuam sobre ela devem se anular. Para que isso ocorra, o número de colisões que ocorrem no eixo horizontal deve ser o mesmo de ambos os lados, já que estão em sentidos opostos e desta forma as forças que exercem se anulam.

Se não existisse a aceleração da gravidade, poderíamos dizer o mesmo para o eixo vertical; porém, como pode ser visto na figura 1, as colisões das moléculas de baixo para cima precisam equilibrar a força peso que atua sobre aquela porção de água e ainda a força criada pelas colisões das moléculas de cima para baixo. Isso permite

afirmar que são necessárias mais colisões de baixo para cima do que de cima para baixo. *Em outras palavras, nos pontos inferiores (mais profundos) a pressão exercida pelo líquido é maior.*

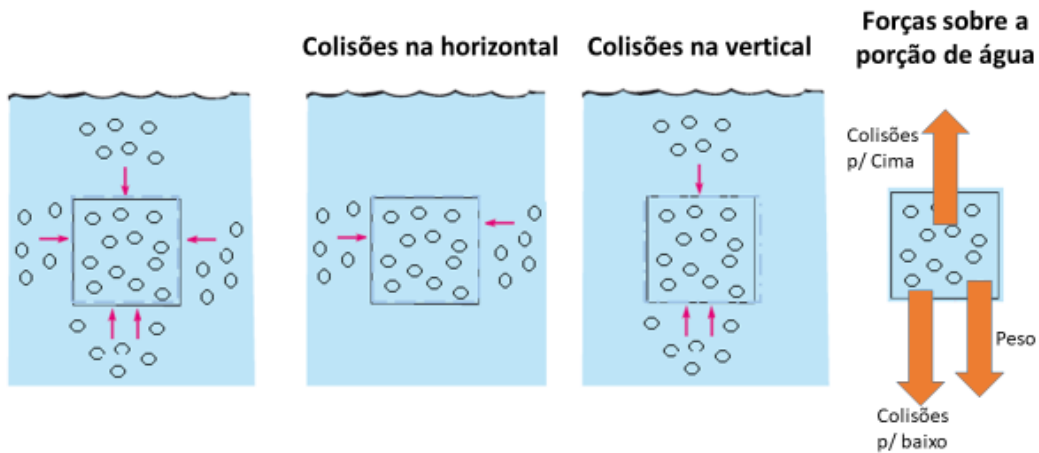


Figura 1. Forças que atuam em uma porção de água.

Sendo assim, a diferença de pressão no interior de um fluido só depende da diferença de profundidade. Este enunciado é conhecido como **Teorema de Stevin**. A partir deste raciocínio e com alguma matemática este enunciado pode ser representado da seguinte forma :

$$P_A - P_B = d \cdot g \cdot H$$

- P_A e P_B → Pressões nos pontos A e B
- g → Aceleração da gravidade no local
- H → Profundidade relativa
- d = densidade do fluido

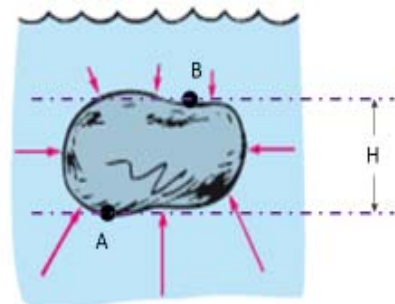


Figura 2. Representação das diferentes pressões sobre um objeto imerso

Uma demonstração pode ser vista no vídeo:
<https://www.youtube.com/watch?v=OsMI1LJrmFs>

Quando temos um corpo imerso em um fluido, é exatamente esta diferença de pressão que cria a possibilidade deste corpo flutuar, já que esta diferença de pressão produz uma força e esta força pode equilibrar ou não o peso do corpo. Mas esse é um assunto para as próximas Tarefas de Leitura.

Pressão Atmosférica e Princípio de Pascal

Enquanto você está lendo este texto existe um fluido ao seu redor: o ar. Seu corpo é bombardeado pelas moléculas deste fluido em todas as direções. Essas colisões dão origem ao que chamamos de pressão atmosférica. Da mesma forma que a pressão no interior de um líquido, a pressão atmosférica também irá variar com a profundidade, ou utilizando um termo melhor neste cenário, irá variar com a altitude. Assim, quanto mais próximo da superfície da terra (nível do mar), mais “fundo” você está no ar, ou seja, maior é a pressão atmosférica local.

Usando um raciocínio semelhante ao que foi utilizado na seção anterior, podemos concluir que ao trabalharmos com fluidos em recipientes abertos, as colisões das moléculas de ar com sua superfície irão influenciar na pressão no interior do fluido. Dessa forma, nestas situações, a pressão absoluta de um ponto no interior do fluido deve ser a pressão atmosférica local acrescida da pressão exercida pela coluna de fluido.

$$P_{\text{absoluta}} = P_{\text{atmosférica}} + d \cdot g \cdot H$$

Isto também nos permite concluir uma outra teoria importante na Hidrostática, o **Princípio de Pascal**, que consiste na ideia de que fluidos transmitem pressão. Um aumento de pressão exercido em fluido é transmitido para todos os pontos deste fluido. É por isso que as colisões das moléculas de ar na superfície da água de um lago influenciam na pressão no fundo deste lago. Utilizamos muitas máquinas baseadas no princípio de Pascal, já que a transmissão da pressão possibilita uma “multiplicação de forças”.

Um exemplo de como isto ocorre pode ser visto no vídeo:

https://www.youtube.com/watch?v=vZLUzu6_xmc

Notas:

Unidades de Pressão : $1 \text{ atm} \cong 1.10^5 \text{ Pa} \cong 760 \text{ mmHg}$

Pressão atmosférica ao nível do mar = 1 atm

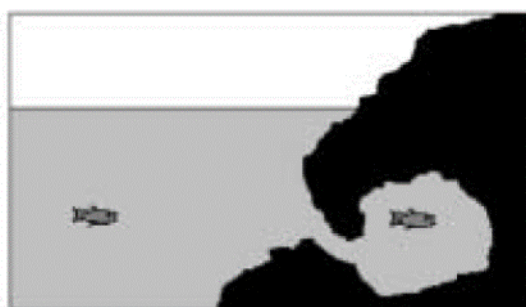
Agora abra o link do formulário e responda às perguntas. Bons estudos!

FORMULÁRIO PARA A TAREFA DE LEITURA II- Turmas A,B e C

1- Após a leitura você ficou em dúvida quanto a algum conteúdo abordado ou algum trecho do texto? Em caso afirmativo cite-o e explicito entrando em detalhes. Em caso negativo cite o que mais lhe chamou atenção no material. Fique à vontade para fazer perguntas ou comentários neste espaço.

2- Observe a figura. Dois peixes estão em locais diferentes em uma região próxima ao litoral. Sobre a pressão que a água exerce no peixe nestes dos pontos:

- (a) igual para os dois peixes
- (b) maior para o peixe na caverna
- (c) maior para o peixe no mar aberto
- (d) Apenas o peixe na caverna está sob pressão



Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

3- Assista ao vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=ZcPGeQ5nkec>

A experiência foi feita na cidade de São Paulo que está a cerca de 730 metros de altitude em relação ao nível do mar. Digamos que o mesmo experimento fosse realizado no Rio de Janeiro. Podemos afirmar que a coluna de mercúrio que seria equilibrada pela pressão atmosférica seria:

- (a) A mesma altura da altura da coluna de mercúrio do vídeo.
- (b) Uma altura menor que a altura da coluna de mercúrio do vídeo.
- (c) Uma altura maior que a altura da coluna de mercúrio do vídeo.

Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

4- Espaço reservado para perguntas e/ou comentários adicionais que tenham surgido enquanto respondia às questões.

Tarefa de Leitura IV – HIDROSTÁTICA II – EMPUXO

Como é que uma moeda afunda na água e um navio consegue flutuar? É óbvio que a moeda é mais leve que o navio, então ela não deveria flutuar com maior facilidade? O que faz algumas pessoas conseguirem boiar com facilidade no mar e não conseguirem fazer o mesmo em uma piscina? Como é que um submarino consegue emergir e submergir em momentos diferentes? Para responder estas perguntas precisamos relembrar alguns conceitos que vimos na última aula.

Já concluímos que a pressão no interior de um fluido depende apenas da profundidade. E que desta forma pontos mais profundos exercem maior pressão que pontos mais rasos. Na figura 1, vemos que ao colocarmos um objeto imerso em água, ele sofrerá forças em todas as direções, exercidas pelas colisões das moléculas da água em sua superfície. As forças laterais (da direita para esquerda e da esquerda para direita) se anulam e como a pressão embaixo é maior, a resultante dessas forças tem direção vertical e aponta para cima. Nós chamaremos esta força de **Empuxo** e ela é a principal responsável por fazer um corpo flutuar, já que pode equilibrar força peso sobre o corpo.

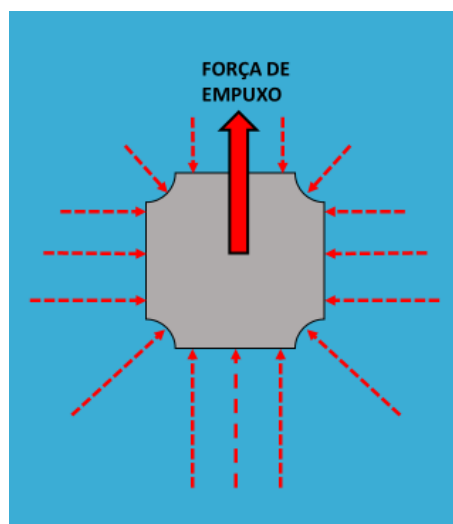


Figura 1. Representação do Empuxo como resultado das diferenças de pressão.

Do que depende esta força de Empuxo?

Vamos voltar para o que ocorre entre a moeda e o navio. Quando colocados na água, sobre qual dos dois atua um empuxo maior? Como podemos ver na figura 2, o empuxo que atua sobre o navio é suficiente para equilibrar a força peso no navio (que tem um valor considerável). Já o Empuxo sobre a moeda não consegue nem equilibrar a força peso que atua nela.

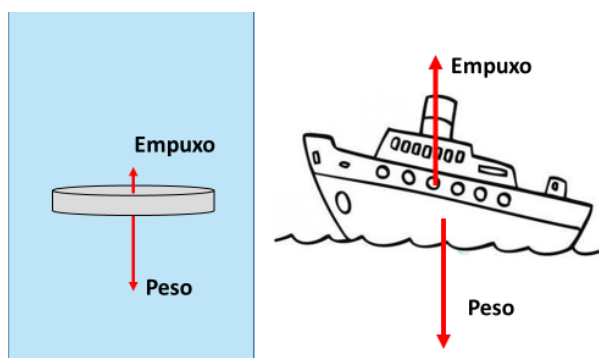


Figura 2. Forças sobre a moeda e o navio

Assim é possível afirmar que a força exercida pela água (Empuxo) sobre o navio é maior que a força que a mesma exerce sobre a moeda. A causa deste fato é que o navio ocupa um volume maior e desta forma, ao entrar no líquido fica exposto a uma maior diferença de pressão. Observe a figura 3:

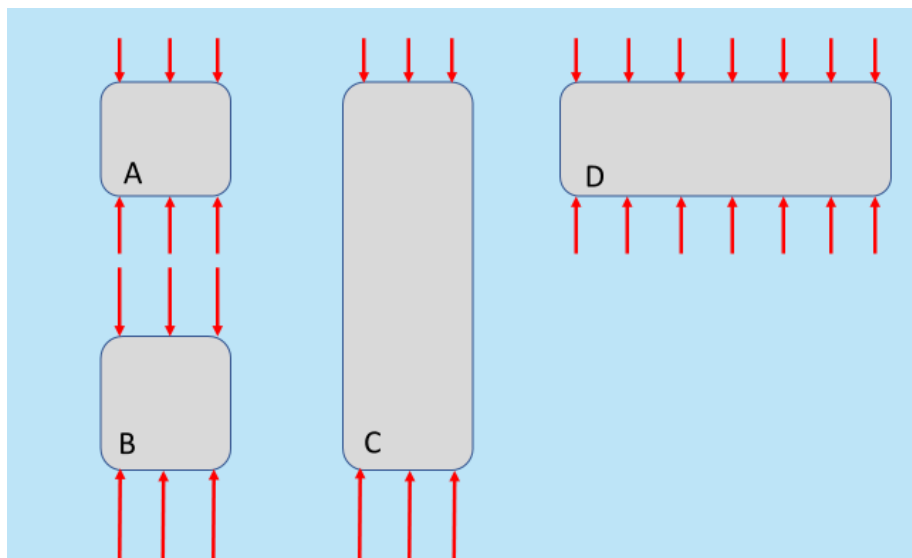


Figura 3. Representação das pressões sobre diferentes corpos a diferentes profundidades.

Corpos menores como A e B, independente da profundidade ficam expostos sempre a mesma diferença de pressão (setas, de cor vermelha). Quando um corpo tem maior volume ele acaba exposto a uma maior diferença de pressões e dessa forma sofre maior empuxo; isso ocorre com o corpo C, já que sua extremidade superior está exposta a uma pressão pequena e a inferior uma pressão bem maior. O corpo D também possui maior volume que B e A e como vemos na figura sofre mais forças que eles, assim também está exposto a uma maior diferença de pressão. Ou seja, a força de empuxo é diretamente proporcional ao volume do corpo que está submerso.

Pensando de outra forma, ao colocar um objeto dentro de um líquido uma porção do líquido é deslocada e o objeto passa a ocupar o lugar desta porção. A quantidade de líquido deslocada é igual ao volume do corpo que está submerso. Como esta porção do líquido estava em equilíbrio, ela já sofria uma força que equilibrava seu peso. **Desta forma o objeto que entra em seu lugar acaba por sofrer mesma força. Então podemos dizer que a força de empuxo sobre um objeto é igual ao peso da quantidade de líquido deslocada por este objeto.**

Assista ao vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=p3O8ALAajis>

Com alguma matemática podemos escrever:

Empuxo = peso do líquido deslocado

$$E = m_{\text{liq}} \cdot g \quad \rightarrow \quad E = d_{\text{liq}} \cdot V_{\text{liq}} \cdot g$$

Como a força de empuxo é resultado da diferença de pressão, seu valor depende da gravidade local e da densidade do fluido (lembrem-se que a pressão está associada à quantidade de colisões das moléculas do fluido, logo mais moléculas, mais colisões).

Então podemos entender como é mais fácil boiar na água do mar que na água de uma piscina. Como a água do mar é salgada, sua densidade é maior e desta forma um mesmo volume mergulhado no mar e na piscina irá sofrer maior empuxo no mar.

Um artifício que as pessoas utilizam para flutuar com maior facilidade é inflar os pulmões e prender a respiração. Ao fazer isso o volume de seu corpo aumenta e conseqüentemente o empuxo sobre você também aumenta, ficando mais fácil de se manter flutuando.

Então após a leitura podemos resumir dizendo que sempre que um corpo entra em fluido (líquido ou gás) este fluido irá exercer uma força sobre o corpo na direção vertical e que aponta para cima. Chamamos esta força de empuxo e seu valor depende do volume do corpo que está submerso, da densidade do líquido e da gravidade local.

Agora vá responder as questões do formulário, se necessário retorne para o texto e sane suas dúvidas.

FORMULÁRIO PARA TAREFA DE LEITURA IV - EMPUXO I

TURMAS A e B - Empuxo I

1- Após a leitura, você ficou em dúvida quanto a algum conteúdo abordado ou algum trecho do texto? Em caso afirmativo cite-o e explicito entrando em detalhes. Em caso negativo cite o que mais lhe chamou atenção no material. Fique à vontade para fazer perguntas ou comentários neste espaço.

2- Um recipiente foi completamente preenchido com água e colocado sobre uma balança. A indicação da balança foi de 100g. Um pedaço de isopor de 1g foi então colocado no recipiente. uma parte da água derramou para fora da balança e o isopor ficou boiando na água do recipiente. Qual a indicação da balança nesta configuração?

- (a) 100 g
- (b) 101 g
- (c) 99g
- (d) Impossível determinar

Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

3- Se surgiu alguma dúvida enquanto respondia às perguntas coloque neste espaço. Também pode ser utilizado para comentários que julgue ser importante para a próxima aula.

TURMAS A e B - Empuxo II

1- Após a leitura, você ficou em dúvida quanto a algum conteúdo abordado ou algum trecho do texto? Em caso afirmativo cite-o e explicito entrando em detalhes. Em caso negativo cite o que mais lhe chamou atenção no material. Fique à vontade para fazer perguntas ou comentários neste espaço.

2- Suponha que você deva escolher entre dois tipos de coletes salva-vidas, idênticos em tamanho, mas sendo um deles preenchido com isopor, e um segundo, cheio de areia. Se você submerge totalmente estes coletes na água, sobre qual deles será maior a força de empuxo?

- (a) Areia
- (b) Isopor
- (c) Igual nos dois

Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

3- Se forem mergulhadas simultaneamente duas garrafas Pets tampadas, uma cheia de ar e estufada e outra vazia e amassada, qual delas sofrerá o maior empuxo?

- (a) A garrafa cheia
- (b) A garrafa amassada
- (c) Igual sobre as duas

Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

4- Espaço reservado para perguntas e/ou comentários adicionais que tenham surgido enquanto respondia às questões.

TURMA C - Empuxo

1- Após a leitura, você ficou em dúvida quanto a algum conteúdo abordado ou algum trecho do texto? Em caso afirmativo cite-o e explique entrando em detalhes. Em caso negativo cite o que mais lhe chamou atenção no material. Fique à vontade para fazer perguntas ou comentários neste espaço.

2- Um recipiente foi completamente preenchido com água e colocado sobre uma balança. A indicação da balança foi de 100g. Um pedaço de isopor de 1g foi então colocado no recipiente. uma parte da água derramou para fora da balança e o isopor ficou boiando na água do recipiente. Qual a indicação da balança nesta configuração?

- (a) 100 g
- (b) 101 g
- (c) 99g
- (d) Impossível determinar

Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

3- O rapaz do vídeo a seguir se diverte em uma laguna de sal no Chile; a água, extremamente salgada, permite que as pessoas boiem com facilidade.

Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=qiuQeFHPCOc>

Uma pessoa que consegue flutuar nesta laguna de sal e na piscina de sua casa sofre maior empuxo em que situação?

- (a) Na laguna de sal.
- (b) Na piscina.
- (c) Igual nas duas situações.

Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

4- Espaço reservado para perguntas e/ou comentários adicionais que tenham surgido enquanto respondia as questões.

Essa provinha de física é só a ponta de um Iceberg!

Todo mundo já deve ter ouvido esta expressão. Mas o que ela significa e de onde ela surgiu? Vamos tentar entender. Já sabemos que para o iceberg flutuar na água é a força de empuxo que deve equilibrar seu peso.

Como vimos na aula anterior, um objeto imerso em água sofre ação de um empuxo que possui o mesmo valor da força peso do líquido que foi deslocado para dar lugar ao objeto.

Assim o iceberg só flutuará se deslocar uma quantidade de água que tenha peso igual ao seu. Por exemplo, um barco de 1 tonelada só ficará em equilíbrio se deslocar 1 tonelada de água. Então, o iceberg, assim como qualquer corpo com massa grande, precisará deslocar uma grande quantidade de água para flutuar. Em outras palavras, precisará ficar com grande parte de seu volume dentro da água.

Neste ponto vale a pena observarmos as densidades do corpo e do líquido em que está sendo colocado. Digamos que corpo e líquido possuam mesma densidade. Significa que quando o corpo estiver totalmente submerso, o volume do líquido deslocado seria exatamente igual a seu. E desta forma, teria também o mesmo peso. Ou seja, sofreria uma força de empuxo capaz de equilibrar a força peso que atua sobre ele.

Se o objeto for menos denso que o líquido, sua massa será menor que a massa do líquido que ele deslocará quando estiver totalmente submerso. Assim, sofreria um empuxo maior que a força peso. Caso ele seja mais denso que o líquido o volume que ele deslocará, quando estiver totalmente submerso, terá uma massa menor que a sua. Desta forma, um objeto menos denso que o líquido não precisa ficar totalmente submerso para ficar em equilíbrio, ou seja, boia. Se o objeto for mais denso que o líquido, mesmo totalmente submerso não conseguirá se equilibrar, ou seja, afunda.

O gelo tem densidade aproximada de $0,9 \text{ g/cm}^3$. Isso faz com que o iceberg boie na água, que tem densidade aproximada de $1,0 \text{ g/cm}^3$. Mas como suas densidades são muito próximas, o iceberg precisa ficar quase que completamente submerso para se equilibrar, como sua densidade é 90% da densidade da água, 90% de seu volume ficará submerso e apenas 10% é o que fica para fora da água, assim como vemos na figura 1. Sendo assim, fica fácil de entender o que a expressão que comentamos no início do texto quer dizer.



Figura 1. Gelo flutuando em água. A maior parte de seu volume fica submerso.

É possível então dizer se um objeto irá boiar ou afundar em um líquido se conhecermos sua densidade e a do líquido. Um objeto que tem densidade de $0,5 \text{ g/cm}^3$ certamente irá boiar na água e com metade de seu volume submerso, já que sua densidade é apenas metade da densidade da água.

Assista ao vídeo :

<https://www.youtube.com/watch?v=Gxj0i74gzVI&t=350s>

Agora responda ao formulário.

FORMULÁRIO PARA A TAREFA DE LEITURA IV

TURMAS A e B - FLUTUABILIDADE

1- Após a leitura, você ficou em dúvida quanto a algum conteúdo abordado ou algum trecho do texto? Em caso afirmativo cite-o e explicito entrando em detalhes. Em caso negativo cite o que mais lhe chamou atenção no material. Fique à vontade para fazer perguntas ou comentários neste espaço.

2- Marque a alternativa que ordena corretamente as situações descritas abaixo em sequência quanto à porcentagem (V) do volume que fica acima da linha d'água:

- a. Uma bola de basquete flutuando em água doce.
- b. Uma bola de basquete flutuando em água salgada.
- c. Uma bola de basquete flutuando em mercúrio.

- (a) $V_a > V_b > V_c$
- (b) $V_a = V_b = V_c$
- (c) $V_c > V_b > V_a$
- (d) $V_c > V_b > V_a$
- (e) $V_b = V_a > V_c$

Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

3- Se surgiu alguma dúvida enquanto respondia às perguntas coloque neste espaço. Também pode ser utilizado para comentários que julgue ser importante para a próxima aula.

TURMA C - FLUTUABILIDADE

1- Após a leitura, você ficou em dúvida quanto a algum conteúdo abordado ou algum trecho do texto? Em caso afirmativo cite-o e explicito entrando em detalhes. Em caso negativo cite o que mais lhe chamou atenção no material. Fique à vontade para fazer perguntas ou comentários neste espaço.

2- Marque a alternativa que ordena corretamente as situações descritas abaixo em sequência quanto à porcentagem (V) do volume que fica acima da linha d'água:

- a. Uma bola de basquete flutuando em água doce.
- b. Uma bola de basquete flutuando em água salgada.
- c. Uma bola de basquete flutuando em mercúrio.

- (a) $V_a > V_b > V_c$
- (b) $V_a = V_b = V_c$
- (c) $V_c > V_b > V_a$
- (d) $V_c > V_b > V_a$
- (e) $V_b = V_a > V_c$

Por favor explique rapidamente o raciocínio que utilizou para chegar à sua resposta.

3 - Se surgiu alguma dúvida enquanto respondia às perguntas coloque neste espaço. Também pode ser utilizado para comentários que julgue ser importante para a próxima aula.

Bibliografia

FÍSICA, G. R. E. F. 1 – Mecânica. **São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2002.**

GUIMARÃES, L. A.; FONTE BOA, M. **Mecânica**. Niterói: Futura, 2001.

HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 9ª edição. **Porto Alegre, 2002.**

PIETROCOLA, Maurício et al. Física em contextos. **1. ed. -- São Paulo, Editora do Brasil, 2016.**, v. 1,p.177-202, 2016.

FEYNMAN, R. Sobre as Leis da Física, Rio de Janeiro, Editora PUC-Rio, 2012.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica: fluidos, oscilações e ondas, calor**. V. 2. São Paulo, Editora Blucher, 2002.

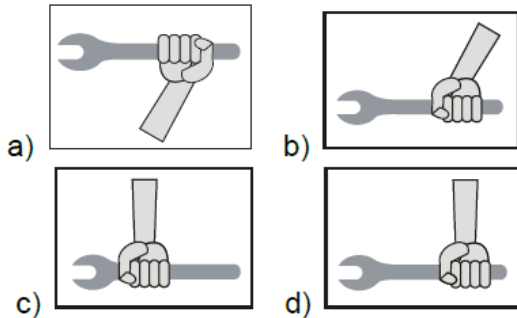
NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Mecânica–v. 1. **São Paulo: Edgard Blucher, 2002.**

Apêndice A.2

Testes de Preparação

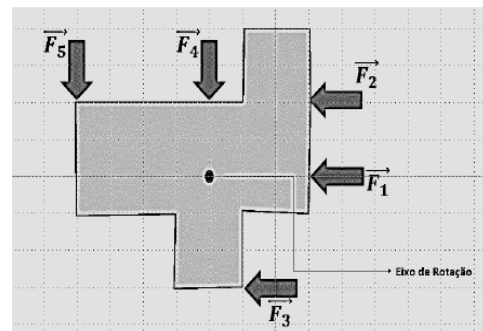
Teste de preparação I - Estática

1 - 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:



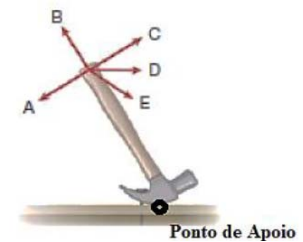
2 - Imagine um pedaço de papelão recortado como na figura ao lado e pendurado no ponto preto (eixo de rotação). Vamos fazer cinco forças como estão mostradas na figura, todas de mesma intensidade. Pode-se afirmar que o corpo irá:

- a) Girar no sentido horário
- b) Girar no sentido anti-horário
- c) Não irá girar
- d) Não é possível determinar



3- Querendo-se arrancar um prego com um martelo, conforme mostra a figura, qual das forças indicadas (todas elas de mesma intensidade) será mais eficiente?

- A) A B) B C) C D) D E) E.



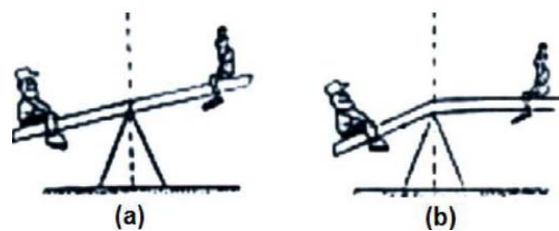
4 - Num parque de diversões, há dois tipos de gangorra. Dois meninos, um mais gordinho (à esquerda) e um mais magrinho (à direita), brincam sentando em uma gangorra de cada vez, como mostra a figura. Repare que uma das gangorras tem um dos braços inclinado em relação ao outro. Se os assentos estão colocados à mesma distância em todos os braços das gangorras é possível que os meninos mantenham alguma das gangorras em equilíbrio?

a) Sim, apenas a gangorra B se o gordinho sentar no braço inclinado.

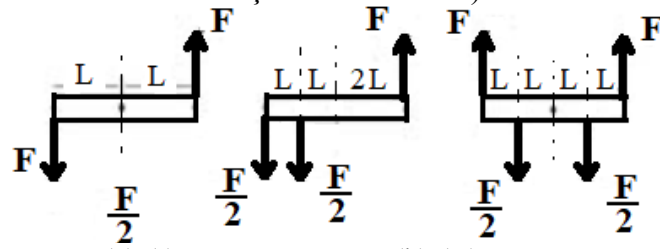
b) Sim, apenas a gangorra A.

c) Não é possível mantê-las em equilíbrio já que as massas são diferentes.

d) Sim, apenas a gangorra B desde que o magrinho sente no braço inclinado.

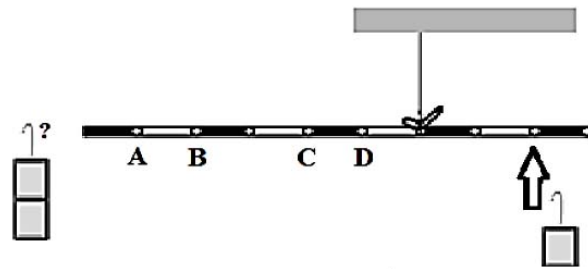


5- Em quais dos casos a barra está em equilíbrio de rotação (tem um torque resultante igual a zero atuando na haste em relação ao seu centro)?

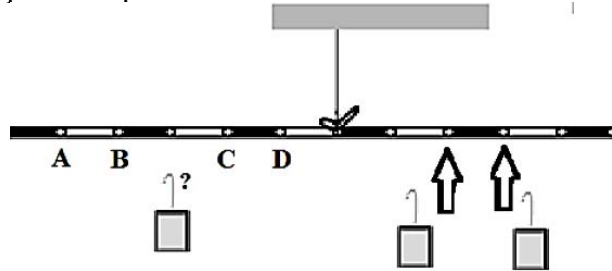


- (a) (I) apenas. (b) (II) apenas.
 (c) (III) apenas. (d) Nenhum deles

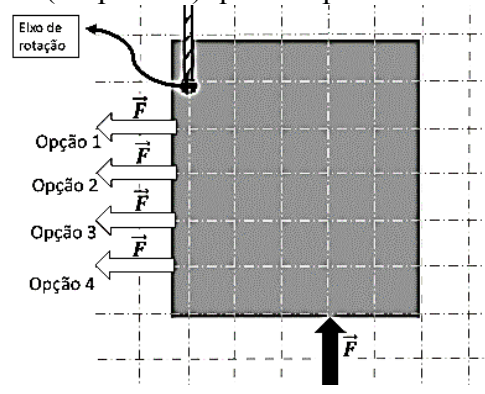
6- A barra, de massa desprezível, foi pendurada por um fio em um dos furos, como mostra a figura. À direita deste ponto será pendurada uma caixa no furo indicado pela seta. Para que a barra fique na horizontal, serão penduradas duas outras caixas juntas em um mesmo furo à esquerda. Em qual dos pontos assinalados devem ser penduradas para que o equilíbrio seja estabelecido? (Considere que as partes escuras e claras têm o mesmo comprimento).



7 - Imagine a mesma barra da situação anterior. Agora, duas caixas serão penduradas à direita do ponto em que a barra está presa, mas em posições distintas indicadas pelas setas. Em qual dos buracos assinalados pelas letras deve-se pendurar uma outra caixa de forma que a barra fique em equilíbrio horizontal?



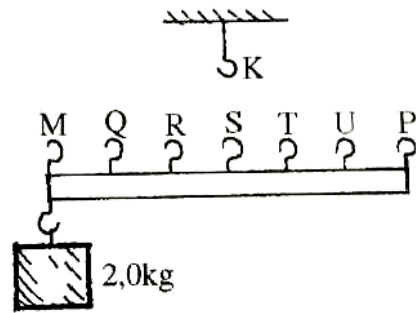
8 - A figura ilustra um corpo de massa muito pequena (despreze-a) que está pendurado por uma corda. Ele é livre para girar em torno deste ponto preto. Uma força atua no corpo na vertical e para cima, representada pela seta escura. Para mantê-lo em equilíbrio na posição mostrada, deve-se exercer uma força de mesma intensidade que a primeira. Qual das opções manterá o corpo em equilíbrio?



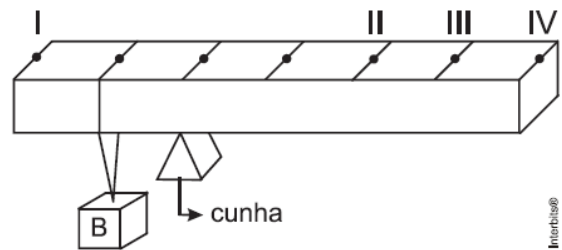
- a) Opção 1
 b) Opção 2
 c) Opção 3
 d) Opção 4

9- A figura mostra uma régua homogênea de massa 1kg e 120 cm de comprimento. Na extremidade M está pendurado um corpo de 2 kg . Ao longo da régua existem ganchos a cada 20 cm para suspendê-la. A régua ficará equilibrada se for suspensa no ponto:

- A) Q
- B) R
- C) S
- D) T
- E) U



10 -No desenho abaixo, um corpo B, de massa igual a $4M$, está suspenso em um dos pontos equidistantes de uma barra homogênea, de comprimento L e massa M , que se encontra apoiado em uma cunha.



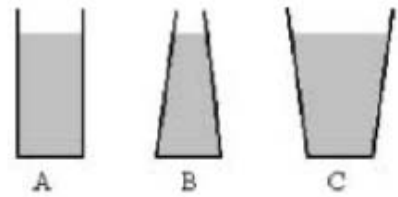
Para que a barra permaneça em equilíbrio horizontal, um corpo A de massa M deverá ser suspenso no ponto

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) IV.

Teste de Preparação II – Pressão hidrostática

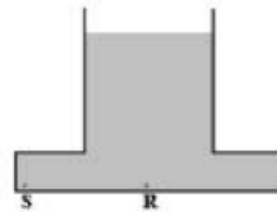
1- Os três recipientes da figura são preenchidos com água no mesmo nível. Os fundos dos recipientes são iguais. A força exercida pela água no fundo do recipiente é

- (a) igual nos três recipientes.
- (b) mais forte no recipiente A do que nos outros.
- (c) mais forte no recipiente B do que nos outros.
- (d) mais forte no recipiente C do que nos outros.

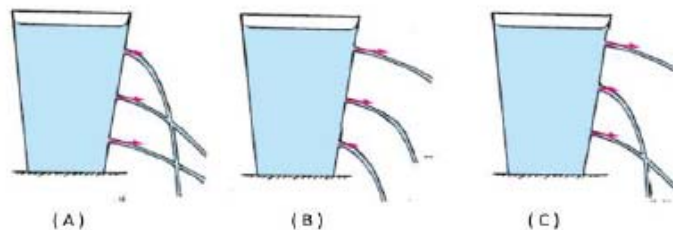


2 - O recipiente na figura é preenchido com água. O que podemos afirmar sobre a pressão nos pontos S e R?

- a) É maior em S.
- b) É maior em R.
- c) São iguais.
- d) Só existe pressão em R.



3- Um recipiente é preenchido com água e então são feitos três furos em sua lateral. Os furos estão em uma mesma linha vertical. Qual das figuras melhor representa a forma como a água será expelida pelos furos?



4- Um recipiente cilíndrico é preenchido com água e mantido aberto. Sobre a força que a água exerce no fundo do recipiente podemos afirmar que é:

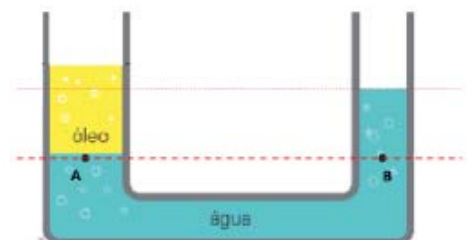
- (a) igual ao peso da água.
- (b) maior que o peso da água.
- (c) menor que o peso da água.

5- Um recipiente cilíndrico é preenchido com água, ao nível do mar. O recipiente é movido para um local próximo de Petrópolis, situado a uma altitude maior. O que ocorre com a força exercida pela água sobre o fundo do recipiente? (Desconsidere as diferenças da gravidade nos dois locais.)

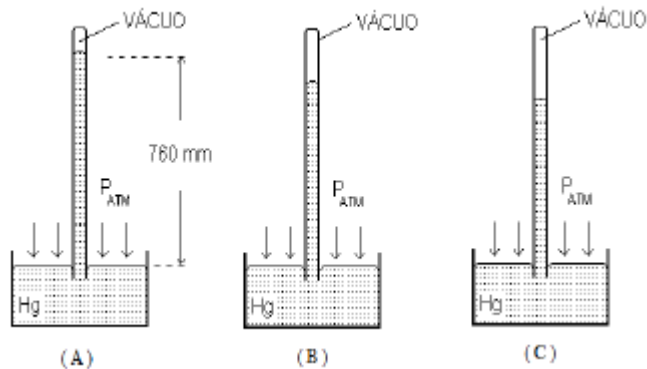
- a) Permanece a mesma
- b) Aumenta
- c) Diminui

6 - Óleo e água são colocados em um recipiente em formato de U e assumem a configuração mostrada na figura. Considere dois pontos A e B em uma mesma horizontal e ambos dentro da água. Sobre o ponto A existe apenas óleo e sobre o ponto B apenas água. Sobre a pressão nestes pontos podemos afirmar que:

- a) São iguais
- b) A pressão em A é maior já que o óleo é mais denso
- c) A pressão em B é maior já que a água é mais densa
- d) A pressão em A é maior já que a coluna de óleo sobre este ponto é maior que a de água sobre o ponto B.

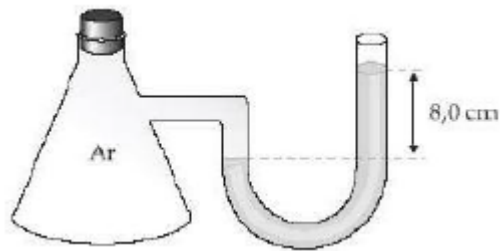


7 - O experimento de Torricelli foi realizado em três cidades do estado do Rio de Janeiro. As fotos das colunas de mercúrio estão mostradas abaixo. Sobre a altitude em relação ao nível do mar de cada cidade e a pressão atmosférica no local, podemos afirmar que:



- A cidade A é a de maior altitude e menor pressão atmosférica.
- A cidade C é a de maior altitude e menor pressão atmosférica.
- A cidade A é a de menor altitude e menor pressão atmosférica.
- As três cidades podem estar situadas à mesma altitude.
- A cidade C é a de maior altitude e maior pressão atmosférica.

8 - A figura mostra um frasco contendo ar, conectado a um manômetro de mercúrio em tubo "U". O desnível indicado vale 8,0 cm. A pressão atmosférica é 69 cm Hg. A pressão do ar dentro do frasco é, em cmHg:



- 61
- 69
- 76
- 77
- 85

Teste de Preparação III – Empuxo

Uma bola de futebol é mantida imersa em água, presa por um fio como na figura (é necessário segurá-la, caso contrário ele sobe para a superfície). Quatro discos idênticos são desenhados sobre ela, na parte superior A, na parte inferior B, para a direita C, para a esquerda D (veja a figura). Nas questões a seguir, **marque a opção que indica corretamente a direção e sentido força que a água exerce sobre os discos**.

1 – Sobre o disco A:

a) ← b) ↓ c) ↑ d) → e) não exerce força

2– Sobre o disco B:

a) ← b) ↓ c) ↑ d) → e) não exerce força

3- Sobre o disco C:

a) ← b) ↓ c) ↑ d) → e) não exerce força

4- Sobre o disco D :

a) ← b) ↓ c) ↑ d) → e) não exerce força

5– Como se relacionam as forças que a água exerce nos discos?

a) $F_a > F_b > F_c > F_d$

b) $F_a = F_b$ e $F_c = F_d$

c) $F_b > F_a > F_c = F_d$

d) $F_b > F_c = F_d > F_a$

e) $F_a > F_c = F_d > F_d$

6- Três corpos A, B e C, de mesmo volume, estão completamente submersos em água. Suas densidades obedecem à relação $\rho_a > \rho_b > \rho_c$. O que podemos afirmar sobre a força de empuxo que atua sobre estes corpos?

a) É maior em A, já que sua densidade é maior.

b) É menor em A que possui densidade menor.

c) É igual em todos, pois não depende da densidade.

d) É maior em C que é menos denso.

7- Um navio flutua porque

a) seu peso é pequeno quando comparado com seu volume.

b) seu volume é igual ao volume do líquido deslocado.

c) o peso do volume do líquido deslocado é igual ao peso do navio.

d) o peso do navio é menor que o peso do líquido deslocado.

e) o peso do navio é maior que o peso do líquido deslocado.

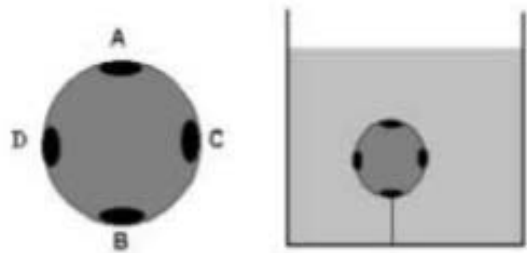


Figure 4. Ball in water.

8- Submarinos possuem tanques de lastro, que podem estar cheios de água ou vazios. Quando os tanques estão vazios, o submarino flutua na superfície da água, com parte do seu volume acima da superfície. Quando os tanques estão cheios de água, o submarino flutua em equilíbrio abaixo da superfície.

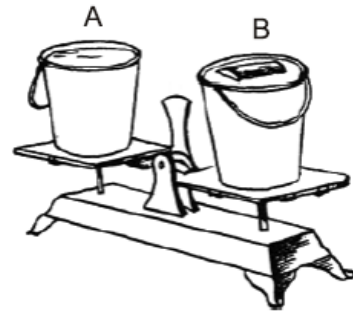
Comparando os valores da pressão (p) no fundo do submarino e do empuxo (E) sobre o submarino quando os tanques estão cheios, (P_c, E_c), com os valores das mesmas grandezas quando os tanques estão vazios, (P_v, E_v), é correto afirmar que

- a) $P_c > P_v, E_c > E_v$
- b) $P_c < P_v, E_c < E_v$
- c) $P_c < P_v, E_c > E_v$
- d) $P_c > P_v, E_c = E_v$
- e) $P_c = P_v, E_c > E_v$



9 - Considere uma balança de dois pratos, na qual são pesados dois recipientes idênticos, A e B. Os dois recipientes contêm água até a borda. Em B, no entanto, há um pedaço de madeira flutuando na água. Nessa situação, podemos afirmar que a balança:

- a) certamente permanecerá em equilíbrio.
- b) certamente irá se desequilibrar para o lado do recipiente B.
- c) dependendo da massa da madeira poderá ficar em equilíbrio ou não.
- d) certamente irá se desequilibrar para o lado do recipiente A.
- e) Não é possível afirmar sem saber a massa de água e da madeira.



PERELMAN, Y. Física recreativa, Moscou: Ed. Mir, 1976.

10 - A maioria dos peixes ósseos possui uma estrutura chamada vesícula gasosa ou bexiga natatória, que tem a função de ajudar na flutuação do peixe. Um desses peixes está em repouso na água e deseja afundar para buscar uma presa. Este peixe deve:

- a) Encher a bexiga natatória de ar e desta forma aumentar a força peso sobre ele.
- b) Esvaziar ao máximo a bexiga natatória para que a força peso sobre ele seja menor.
- c) Encher a bexiga natatória de ar e assim aumentar o Empuxo sobre seu corpo
- d) Esvaziar a bexiga natatória para que a força de empuxo aumente.
- e) Esvaziar a bexiga natatória e desta forma diminuir a força de empuxo sobre seu corpo.

Apêndice A.3

Problemas para a resolução em equipe

Neste apêndice, são apresentados os problemas semiabertos desenvolvidos para as aulas de Resolução de Problemas em Equipe.

Estática

Para a aula de Estática foi utilizado um kit experimental que a escola recebeu ao participar de uma Olimpíada de Física. Este Kit contém, dentre outros equipamentos, um suporte de plástico e uma régua com furos equidistantes que podem ser utilizados para pendurá-la no suporte, ou para pendurar pesos na régua. As figuras 1 e 2 ilustram o suporte e os pesos utilizados.



Figura 1. Kit utilizado para construir uma balança de braços.



Figura 2. Balança sendo utilizada

Cada equipe recebeu um kit, uma certa quantidade de pesos conhecidos, um peso desconhecido e o roteiro que está reproduzido na íntegra na seção Resolução de Problemas em equipe I.

Hidrostática

Para a aula de hidrostática, cada equipe recebeu um recorte de papelão, fita adesiva, régua e tesoura. Cada pedaço de papelão foi recortado previamente, contendo dimensões específicas e diferentes para cada equipe. A meta era que as equipes, utilizando o papelão fornecido, construíssem uma embarcação que fosse capaz de sustentar uma massa previamente definida sem afundar.

Em cada recorte de papelão foi escrito um valor para a massa que deveria ser utilizada. As equipes deveriam utilizar seus conhecimentos sobre o Princípio de Arquimedes e descobrir o mínimo volume que sua embarcação deveria ocupar. Em seguida, deveria planejar a construção, encontrando as dimensões convenientes para sua embarcação a partir do material que lhes foi fornecido.

O roteiro relatava que as equipes estariam participando de um estágio em um estaleiro, e a atividade era na verdade uma tarefa que seu superior havia delegado. A intenção de criar este contexto é tornar o problema significativo para os estudantes.

Também estava escrito no roteiro que o projeto deveria ser apresentado para a comissão de projetos do estaleiro; esta comissão seria constituída pelas demais equipes e pelo professor. A embarcação só seria construída se o projeto fosse aprovado por esta comissão.

O roteiro está reproduzido na íntegra na seção de Resolução de Problemas em Equipe II a seguir.

Roteiro para Resolução de Problemas em Equipe I

Problema 1 - Balança de Braços.

Vocês devem descobrir a massa de um corpo, porém não possuem uma balança para isso. Dessa forma utilizarão o kit fornecido e seus conhecimentos sobre equilíbrio para descobrir a massa desconhecida.

Problema 2 – Massa da Régua

Agora utilize o kit para descobrir a massa da régua. Lembre-se que o centro de gravidade de um corpo é o ponto onde podemos imaginar que está atuando a força peso que atua sobre ele.

Para resolver problemas, primeiro temos que traçar uma hipótese, ou seja, um plano sobre as ações que vamos precisar executar para alcançar o objetivo. Em seguida deve-se testá-la; caso sua hipótese esteja correta, vocês conseguirão descobrir o que foi pedido. Caso sua hipótese falhe, devem traçar uma outra hipótese e testá-la novamente até que consigam resolver a questão.

Neste caso os materiais disponíveis são pesos de massas conhecidas: 10g, 20 g e 50g. Cada grupo tem uma quantidade limitada de pesos para utilizar, que ficarão com o professor. As equipes só podem utilizar 4 pesos ao mesmo tempo. Dessa forma, formulem sua hipótese e peguem os pesos necessários para testá-la; caso ela não funcione, formulem outra e solicitem ao professor os novos pesos.

Após solucionarem o problema, escrevam o raciocínio utilizado na próxima página e no quadro branco, que está disponível em sua bancada. Coloquem o que acharem necessário para mostrar aos seus colegas como encontraram o resultado.

Vocês terão por volta de 10 min para resolver o 1º problema, em seguida cada equipe terá 3 min para explicar às outras equipes como obteve a solução. Neste momento as outras equipes devem criticar a solução proposta sugerindo melhorias ou correções. Em seguida o processo será repetido para o 2º problema.

Lembrem-se que as decisões devem ser tomadas em equipe e com a participação de todos.

Escrevendo sobre o que foi feito

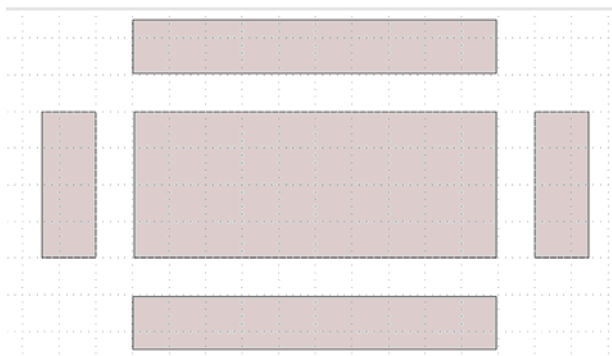
Utilize o espaço abaixo para relatar o raciocínio que utilizaram para resolver os dois problemas; é importante que os conceitos de Força, Torque (Momento da força), braço de alavanca e equilíbrio sejam citados. Esta página deve ser entregue para o professor ao fim da aula. Caso seja necessário use o espaço em branco para fazer figuras.

Roteiro para Aula de Resolução de Problemas em Equipe II

Sua equipe foi selecionada para estagiar em um estaleiro. No primeiro dia de trabalho, seu superior pede que vocês façam um projeto de embarcação que não possua propulsão. Esta será utilizada para transportar cargas com o auxílio de um reboque. O material disponível para a construção da embarcação é limitado, de forma que não serão admitidos erros. Dessa forma, vocês devem inicialmente construir uma maquete com o material que lhes será fornecido; estes materiais possuem composições semelhantes aos materiais que serão utilizados para a construção da embarcação. Então, esta maquete, quando colocada em água, deve conseguir sustentar uma massa determinada que também será indicada para cada equipe.

Problema 1

Construam um projeto para a maquete da embarcação. As únicas exigências de seu superior são que utilizem apenas o material fornecido e que a maquete consiga sustentar **com segurança** a carga indicada. Vocês terão que apresentar seu projeto para o conselho responsável pelo estaleiro (outras equipes e o professor) que precisa aprová-lo para que a embarcação seja construída. Dessa forma, utilizem o quadro branco para mostrar as dimensões da embarcação, como vocês garantem que é segura e que suporta a carga indicada. No escritório está disponível um modelo de embarcação simples para facilitar o dimensionamento dos projetos. (usem-no se for necessário).



Problema 2

Após a aprovação do projeto vocês devem construir a embarcação. Peguem os materiais necessários com seu superior e comecem a construí-la. Tomem cuidado para que a construção esteja de acordo com o projeto. Após construída, sua embarcação irá passar por um teste em água. Ela deve conseguir sustentar a carga com segurança.

Apêndice A.4

Questionário para a identificação dos grupos

1- Como você classificaria seu desempenho escolar de forma geral?

Insatisfatório Regular Satisfatório

2- Você se considera comunicativo?

sim não

3- Você costuma discutir sobre os conteúdos das aulas com seus colegas, ajudando-os em sala ou pedindo ajuda quando necessário?

sim não

4- Como você se classificaria em relação a desempenho em física quando comparado com seus outros colegas de turma?

abaixo da média mediano acima da média

5- Qual sua área de conhecimento preferida?

Linguagens Ciências humanas Ciências da Natureza Matemática

6- Tem algo sobre você que é, provavelmente, um diferencial perante os demais colegas? (por exemplo, uma experiência diferente, um hobby, alguma habilidade ou interesse)

7-Você julga que possui alguma (s) dificuldade(s) para aprender física? Se sim, qual (is)?

8- Este espaço está livre para que escreva qualquer coisa que ache necessário sobre você (opcional).

Apêndice A.5

Cartão Resposta de Feedback Instantâneo

Para que as equipes tivessem um feedback instantâneo durante a resolução dos testes de preparação individual, foi utilizado um cartão resposta no estilo raspadinha. As equipes deveriam decidir a alternativa que julgassem ser a correta e raspar a película que a encobria. Caso a alternativa realmente fosse a correta apareceria uma marcação; caso fosse errada, estaria em branco.

A figura 1, a seguir, ilustra o aspecto de uma cartão resposta após sua utilização por uma das equipes. Com este formato é possível que as equipes discutam sobre a questão até que encontrem a resposta correta.

Questão	A	B	C	D	E	Mediador
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Isabela M.
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Caio F.
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Frick P.
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Joanna S.
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Rayris
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Isabela
7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Caio F.
8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Frick F.
9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Joanna S.
10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Rayris

Figura 1. Cartão resposta raspadinha após ser utilizado

Com a utilização desta ferramenta é possível avaliar quantos erros cada equipe cometeu durante o teste. Na figura anterior, por exemplo, pode-se notar que a equipe acertou algumas questões na primeira tentativa, mas que na questão 5 foram duas marcações incorretas até o acerto.

A confecção dos cartões neste trabalho foi feita de forma artesanal; um modelo de cartão foi produzido em um editor de textos como o mostrado na figura 2. Este modelo foi utilizado como base para todos os cartões da sequência; o professor só precisava marcar as respostas certas com um X em cada aula. Para criar a possibilidade de uma tinta raspável, uma película de papel contact transparente foi colocada na área

das alternativas e sobre a película, cada alternativa foi recoberta com tinta guache preta e um pouco de detergente; esta tinta, após secar, possibilita a raspagem.


	COLÉGIO PEDRO II – CAMPUS DUQUE DE CAXIAS					
	Disciplina: Física			Série: 2ª Integrado		
	Chefe de Departamento: Eduardo Gama					
	Professor: Thiago Higino					
	Grupo: _____ Turma: _____ Data: / /					
Cartão Resposta para TPE						
Questão	A	B	C	D	E	Mediador
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>

Figura 2. Modelo de cartão resposta sem as marcações.