

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2016

2ª FASE - NÍVEL B (alunos da 1ª e 2ª séries – Ensino Médio)



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos das 1ª e 2ª séries do Ensino Médio. Ela contém **oito questões teóricas e um procedimento experimental com duas questões**.

02) Os alunos da 1ª série devem escolher no máximo 5 questões teóricas. Os alunos da 2ª série também escolhem 5 questões teóricas excetuando as indicadas como **exclusiva para alunos da 1ª série**. Não há restrições nas questões experimentais.

03) Além deste caderno com as questões você deve receber um caderno de resoluções e um kit experimental. Leia atentamente todas as instruções deste caderno e do caderno de resoluções antes do início da prova.

04) A duração da prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa(90) minutos**.

QUESTÕES TEÓRICAS

B1. (Exclusivo para estudante da 1ª série) Dois objetos, A e B, movimentam-se sobre trilhos horizontais paralelos e desenvolvem a velocidade conforme o Gráfico 1. Neste gráfico representa-se a velocidade dos objetos a cada instante. Considerando que os objetos partem no mesmo instante e da mesma posição, com estas informações e o gráfico:

01. Em qual instante os objetos apresentam a mesma velocidade?
02. Os objetos movimentam-se no mesmo sentido ou em sentidos contrários no intervalo de 12 s?
03. Qual a aceleração desenvolvida pelo objeto A?
04. Qual a distância percorrida pelo objeto A até o instante 10 segundos?

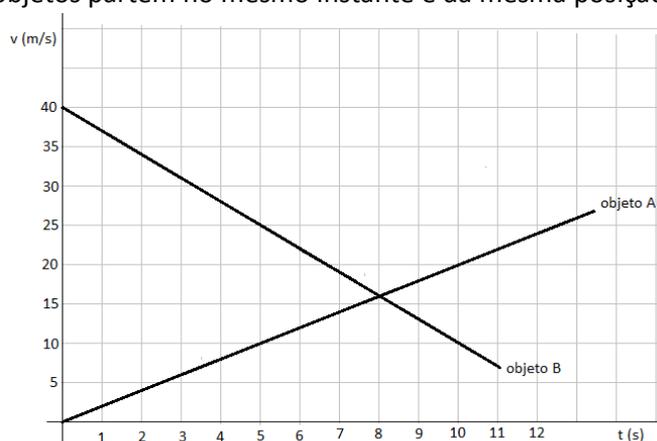


Gráfico 1

B2. (Exclusivo para estudante da 1ª série)

Dois ciclistas, A e B, partem simultaneamente de uma mesma posição com velocidades iguais a 4 m/s e 6 m/s respectivamente e no mesmo sentido. Decorridos 5 minutos, qual a vantagem que um se encontra em relação ao outro?

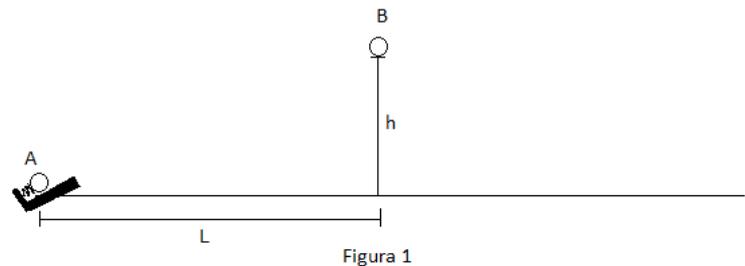
B3. Há muito tempo, na cidade de Siracusa, no sul da Sicília, Itália, havia um homem chamado Arquimedes. Um dia, o rei Hierão, desconfiou que o seu joalheiro, a quem havia solicitado a fabricação de uma coroa, não havia usado todo o ouro que lhe havia dado. Sabendo que Arquimedes era um sujeito muito engenhoso, solicitou que ele encontrasse um meio de descobrir, sem danificar a coroa, como saber se ela possuía todo o ouro que ele havia fornecido ao joalheiro. Depois de muito pensar, em um momento de descanso, quando entrou na banheira, Arquimedes observou duas coisas: a primeira foi que a água subia de volume e a segunda foi que ele se sentia mais leve. O primeiro fato observado estava de acordo com a já conhecida impossibilidade de dois corpos ocuparem o mesmo espaço, a segunda ele imaginou que esta água, ao ser deslocada, estaria tentando voltar à sua posição original e por isto deveria fazer uma força contra o corpo, empurrando-o para cima, para fora da água. Esta força para cima ele denominou de Empuxo e é proporcional à massa de água deslocada. Como a Terra faz uma força sobre os corpos para

baixo, a força peso, temos uma situação em que duas forças atuando em sentidos contrários se anulam. Com este raciocínio ele resolveu o problema da coroa do rei Hierão e proporcionou explicação do por que barcos feitos com materiais pesados como o aço, não afundam: basta construir o objeto com um volume capaz de deslocar, no mínimo, o valor de sua massa, equivalente em massa de água. Sabendo que um metro cúbico de água tem massa igual a 1.000 kg, e que o mesmo volume de alumínio laminado tem massa de 2.700 kg, responda:

- Uma massa de 13.500 kg do alumínio laminado ocupa que volume?
- Usando a mesma quantidade do material para construir um cubo oco, qual deverá ser o comprimento de sua aresta para que metade do seu volume fique fora da água?

B4. Galileu Galilei, eminente filósofo do século XVI, “desviado da medicina e atraído pela física pela leitura dos trabalhos de Euclides e Arquimedes”, e que se tornou “rapidamente conhecido pela sua invulgar capacidade para a ciência” escreveu a obra popularmente conhecida como *As Duas Novas Ciências* onde assinalou o fim da teoria medieval sobre a queda dos corpos. Nesta obra, analisando o movimento dos corpos abandonados no espaço próximos à superfície da Terra, concluiu que, considerando a queda livre (isto é, sem a interferência de forças resistivas), os corpos, independentes de suas massas, chegam ao solo ao mesmo tempo e, estudando a trajetória descrita por um corpo lançado obliquamente, concluiu que ele realiza simultaneamente dois movimentos independentes: um horizontal com velocidade constante e outro vertical, cuja velocidade varia uniformemente. Mais tarde, aprimorando os estudos iniciados por Galileu, Isaac Newton concluiu que a quantidade de movimento dos corpos se conservam em uma colisão, quando não existem forças externas atuando sobre eles.

Um professor de Física, desejando mostrar aos seus estudantes estas conclusões, montou o seguinte experimento: colocou uma bola B, de massa m , em uma superfície a uma altura h do solo e lançou, do solo, uma bola A, de mesma massa, a uma distância L , conforme a figura 1, para acertar a bola B, quando atingisse a altura máxima de lançamento. O professor explicou que na colisão as bolas ficariam grudadas uma na outra e cairiam juntas. Antes de lançar a bola A o professor perguntou aos estudantes: a que distância do ponto de lançamento é esperado que as bolas toquem o solo?



B5. Um estudante prendeu um tubo de papelão de raio 50 cm, no sentido vertical, sobre um disco em movimento rotacional uniforme. O tubo passou a girar com a mesma velocidade angular do disco. Com este tubo girando, o estudante lançou um objeto perfurante contra ele e, para sua surpresa, ao observar o tubo em repouso, encontrou apenas um buraco em sua parede. Neste caso, se o disco conseguia realizar 2 voltas em 1 segundo, qual teria sido a maior velocidade média do objeto perfurante, na passagem pelo tubo?

B6. A energia potencial é uma forma de energia mecânica e que pode ser considerada uma energia armazenada. A energia potencial tanto pode ser gravitacional quanto elástica. A gravitacional depende da altura em relação a um nível de referência; a elástica à deformação de um corpo elástico. A outra energia mecânica é a energia cinética, que é energia de movimento. Um corpo pode não ter nenhuma delas, somente uma das energias, duas ou as três ao mesmo tempo. Quando em um sistema não existem forças dissipativas, isto é, forças que transformam a energia mecânica em outra forma de energia, como por exemplo, em calor, dizemos que este sistema conserva a energia mecânica. A energia potencial gravitacional de um corpo depende da altura que o corpo se encontra, de sua massa e da aceleração gravitacional local; a energia potencial elástica da deformação de um corpo elástico; já a cinética depende da massa do corpo e da sua velocidade. A matemática expressa os valores das energias potencial gravitacional e cinética pelas equações:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

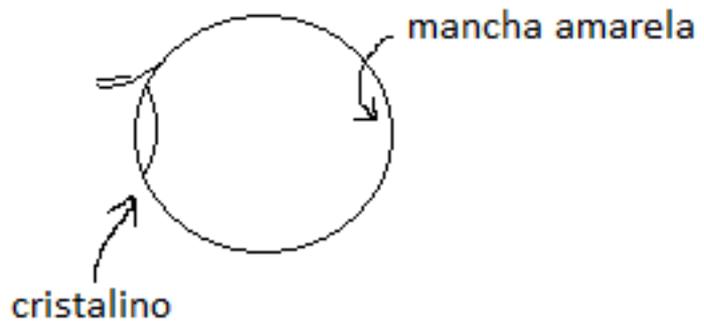
$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

Todas estas energias usam uma mesma unidade de medida, o joule (J).

Considere a seguinte situação: um garoto lança, verticalmente para baixo, contra um piso horizontal, uma bola de borracha de massa 3 kg. Quando esta bola abandona sua mão, encontra-se com uma velocidade igual a 2 m/s e a uma altura igual a 4 m do solo. Considere a aceleração gravitacional no local do experimento igual a 10 m/s². Tomando o nível de referência de altura o solo:

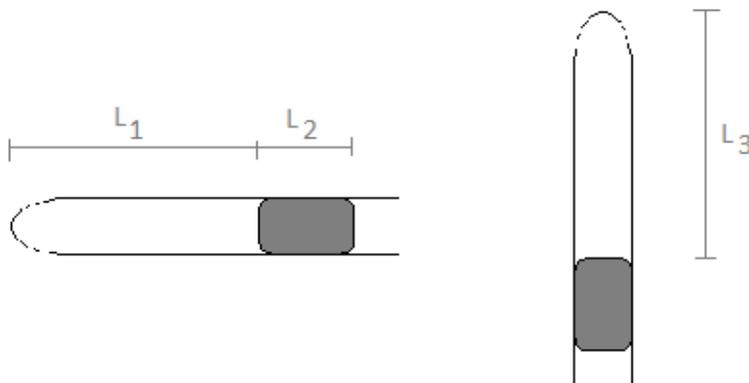
- Quais as energias mecânicas que o corpo possui no momento que abandona a mão do garoto?
- Qual a energia mecânica da bola no instante que abandona a mão do garoto?
- Quando ela tocar o solo, qual o valor da energia mecânica que ela possui?
- Qual ou quais os tipos de energia que ela possui no momento em que ela toca o solo (antes que a bola comece a ser deformada)?
- Qual ou quais os tipos de energia que a bola terá no instante em que se encontra totalmente comprimida contra o solo e parada?
- Considerando o choque entre a bola e o solo perfeitamente elástico, qual altura máxima a bola irá subir após repicar no solo?

B7. No olho humano a retina é a parte sensível à luz, porém, nem toda a retina possui a mesma sensibilidade. A sensibilidade máxima fica em uma zona conhecida como mancha amarela que dista aproximadamente 15 mm do cristalino. Nesta região existem pequenos pontos nervosos separados de 0,005 mm uns dos outros. São estes pontos que permitem a formação da imagem. Caso um objeto



esteja afastado do olho a uma distância que forme sua imagem na retina com tamanho inferior à distância entre os pontos nervosos, o olho perceberá o objeto como um ponto. Para que o olho possa proporcionar algum detalhe é necessário que a imagem formada na retina impressione pelo menos dois pontos nervosos. Lembrando que o olho funciona como uma máquina fotográfica, qual deverá ser a distância máxima para que dois pontos separados de 1 mm sejam vistos separados¹?

B8. No interior de um tubo tem-se uma coluna de mercúrio de comprimento L_2 separando o meio exterior do meio interior. Quando este tubo é colocado na posição horizontal, o comprimento da coluna de ar no interior do tubo é L_1 . Qual a pressão atmosférica local se o tubo, na posição vertical, apresenta o comprimento da coluna de ar no interior igual a L_3 ? (considerando a pressão atmosférica em unidade de comprimento da coluna de mercúrio, forneça a pressão atmosférica em termos dos comprimentos fornecidos).



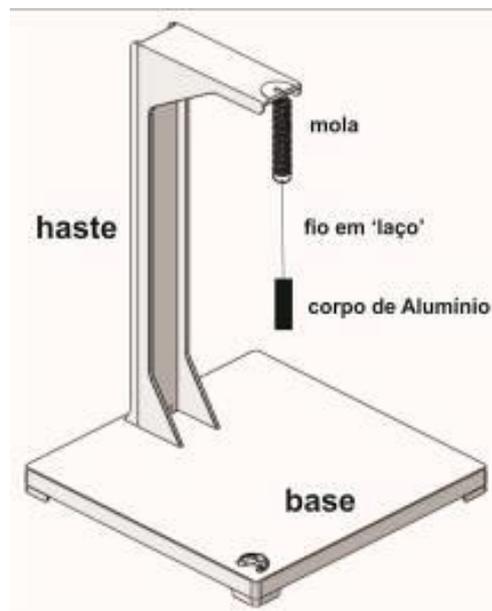
¹Adaptado do livro de MAIZTEGUI, Alberto P. & SABATO, Jorge A., FÍSICA v2, Editora Globo, Porto Alegre, 1972.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MEDIDA DA DENSIDADE DE UM CORPO

O kit experimental encontra-se numa caixa indicada como “**Kit Experimental**”. Dentro da caixa você irá encontrar:

- uma base de plástico;
- uma haste de plástico com pino de metal;
- uma régua de plástico de 19 cm;
- uma proveta plástica com escala máxima de 10 ml (ml = mililitro) e graduada com divisões de 0,2 ml;
- um saquinho plástico contendo:
 - - um corpo de prova cilíndrico de Alumínio com gancho;
 - - uma mola;
 - -uma arruela padrão de massa igual a 6,8 gramas;
 - - 4 cliques iguais. Cada clipe tem uma massa de 0,5 gramas.
 - -um fio de comprimento aproximado de 20 cm.



O fio deve ser fixo ao gancho do corpo de alumínio formando um “laço” de 8 a 9 cm de comprimento. Caso tenha dificuldade em confeccionar o laço chame o seu professor e solicite ajuda.

A haste encaixa-se na base formando um conjunto no qual você deverá realizar os procedimentos experimentais de acordo com a montagem da figura acima que mostra o equilíbrio do corpo de Alumínio já pendurado pelo “laço” na extremidade da mola cuja outra extremidade encontra-se posicionada no pino metálico da haste. Monte o conjunto conforme a figura acima. Manuseie o Kit Experimental e seus elementos. PROCEDA COM CUIDADO NO ENCAIXE DA HASTE NA BASE.

Durante o procedimento experimental você deverá fazer medidas experimentais com o corpo de Alumínio dentro da proveta. Verifique se o “laço” feito com o fio permite que você o introduza na proveta permitindo também a sua retirada. Você deverá receber um copo com um pouco de água que será utilizada durante o procedimento experimental para preencher a proveta. A densidade da água será considerada igual a 1 grama/cm^3 . Lembrando que $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$.

Utilizaremos as seguintes unidades de medida nos procedimentos:

- centímetro (cm) – unidade de comprimento
- grama (g) – unidade de massa
- mililitro (ml) – unidade de volume
- utilizaremos $\pi = 3$

QUESTÃO EXPERIMENTAL 1

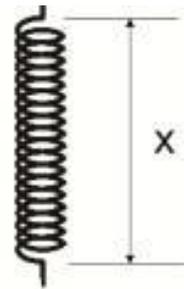
Medida direta da densidade do Alumínio

- a) Densidade do Corpo de Alumínio: O volume do cilindro pode também ser determinado pelo volume de água deslocado na proveta quando este é submerso totalmente. Coloque um pouco de água na proveta. Meça o volume de água sem o cilindro (V_i) e o volume de água com o cilindro totalmente submerso (V_f)

Medida	Volume inicial (ml)	Volume final (ml)

Anote os valores numa tabela (como a indicada acima) no Caderno de Respostas. O volume (V) do cilindro é calculado como $V = V_f - V_i$

Para determinar a massa do cilindro utilizaremos a arruela padrão e mola. Vamos calibrar a mola com o valor de massa da arruela padrão. Uma mola pode ser utilizada como uma balança já que sua elongação (x) é proporcional à massa pendurada na sua extremidade.



- b) Calibração da Mola: Monte o conjunto experimental de acordo com o indicado na Figura da página 2 (sem o fio em laço e o corpo de Alumínio) pendurando a arruela. Para pendurar a arruela na extremidade da mola você pode utilizar um dos cliques.

Após o processo de fabricação da mola surge uma pré-tensão que faz com que uma massa seja necessária para que a distensão da mola seja maior que o seu comprimento inicial x_L que é o comprimento físico da mola. Para a mola do kit a pré-tensão inicial é de aproximadamente 1,5 gramas que corresponde à massa de três cliques. Coloque três cliques na mola e verifique que nesta condição a mola começa a distender.

Meça o valor da distensão da mola com a arruela e os três cliques pendurados juntos e encontre a razão (K) entre o valor da massa da arruela e a distensão x

Medida	Distensão (cm)	Razão (g/cm)

- c) Determinação da massa do cilindro de Alumínio: Retire a arruela e pendure o cilindro; meça a distensão x_C para o cilindro e utilize o valor da razão (K) para determinar sua massa

Medida	Distensão (cm)	Massa do cilindro (g)

- d) Determinação da densidade do Alumínio: usando os valores obtidos para a massa e o volume do cilindro determine a densidade do alumínio. Dê seu resultado em $gramas/cm^3$

QUESTÃO EXPERIMENTAL 2

Medida da densidade do Alumínio através do empuxo

a) Medida do Empuxo: Monte o esquema experimental de acordo com o indicado na figura da página 2. Com cuidado meça a distensão da mola com o corpo dentro x_i e fora da água x_f . Para realizar este procedimento coloque a proveta com água na base e o corpo de Alumínio totalmente submerso, tomando o cuidado para que o corpo não toque as paredes da proveta.

Medida	Distensão fora (cm)	Distensão dentro (cm)

Com os resultados obtidos monte um procedimento e determine a densidade do corpo de Alumínio. Dê seu resultado em $gramas/cm^3$. Compare com o valor encontrado na Questão 1

b) Estimativa da Tensão Superficial da Água: Coloque a quantidade de água necessária para que somente metade do corpo de Alumínio fique submerso dentro da proveta. Nesta condição meça a distensão da mola x_M . Compare este valor com o valor de x_i e conclua. A diferença entre os valores esperado e medido é devido à tensão superficial da água nas paredes do cilindro. Faça uma estimativa desta e apresente seu resultado em *gramas*.