

# OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2013

## 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 desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa(90) minutos**.

### QUESTÕES TEÓRICAS.

**Questão 1 (exclusiva para alunos da 1ª série)** – Um atleta profissional de 100 metros consegue completar a prova em um tempo de 11 segundos.

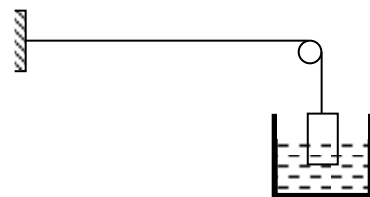
- Qual a velocidade média do corredor em m/s;
- Nos primeiros 70 metros o corredor acelera uniformemente até atingir a velocidade de 12m/s e a mantém até o final da prova. Determine a aceleração do atleta nos primeiros 70m da prova.

**Questão 2 (exclusiva para alunos da 1ª série)** – Uma cidade A está localizada a 30°W de longitude e 30°N de latitude. Outra cidade B está a 90°W de longitude e 30°N de latitude. Sabendo que um dia dura 24 horas estime quanto tempo depois (em horas) de o Sol nascer na cidade A ele irá nascer na cidade B.

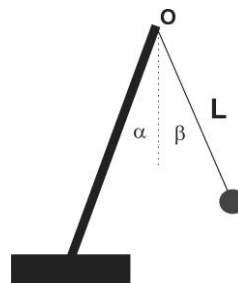
**Questão 3** – Vamos considerar nesta questão o salto de paraquedas e a força de atrito de atrito produzida pela atmosfera: Um paraquedista de massa  $m_1$  ao saltar de paraquedas atinge uma velocidade  $v_1$  de equilíbrio. Outro paraquedista com massa  $m_2$  atinge uma velocidade  $v_2$  de equilíbrio. Sabendo-se que a força de resistência do ar é proporcional ao quadrado da velocidade, calcule a relação entre  $v_1$  e  $v_2$ .

**Questão 4** – Um dubleto óptico é o conjunto formado por duas lentes, uma convergente e outra divergente. Este conjunto pode ser utilizado para a colimação e/ou expansão de um feixe de raios de luz. Considere um feixe de raios paralelos e de diâmetro  $d$  o qual você deseja expandir o diâmetro mantendo os raios paralelos. Você possui uma lente divergente de distância focal  $f_1$  e outra convergente de distância focal  $f_2$ , qual será o fator de aumento do diâmetro do feixe de luz?

**Questão 5** - Um fio com uma extremidade presa a uma parede passa por uma polia ideal e é mantido esticado por um peso preso na outra extremidade. Mede-se a velocidade  $v$  de propagação de um pulso transversal. Depois, mergulha-se o bloco na água com 4/5 de sua altura submersos e verifica-se que a velocidade de propagação cai para 90% da anterior. Qual é a densidade do bloco em relação à água?



**Questão 6** – Uma bola é presa na extremidade de um fio de comprimento  $L$  que é fixo pelo ponto  $O$  de uma haste rígida fixa formando um pequeno ângulo  $\alpha$  com a vertical. O fio esticado (junto com a bola) é inclinado de um ângulo  $\beta$  e então solto. Considerando as colisões entre o fio e a haste perfeitamente elásticas, determine o período  $T$  de oscilações do sistema nas seguintes situações (use  $g$  como aceleração gravitacional).



- a)  $\alpha = 0$
- b)  $\beta > \alpha$

**Questão 7** - Consideremos um recipiente vedado contendo um gás ideal monoatômico que é aquecido e que sua pressão é proporcional à sua variação de temperatura ( $P = \alpha T$ ), onde  $\alpha$  é constante.

- a) Faça um esboço gráfico de  $P$  como função de  $T$  para um intervalo de temperaturas  $T_1$  e  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ). Indique os pontos no gráfico.
- b) Calcule o trabalho realizado pelo gás.

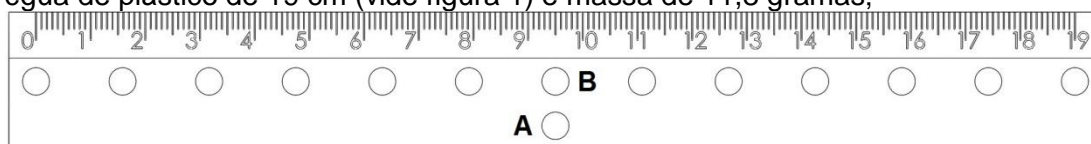
**Questão 8** – Um carro entra num túnel AB (A é a entrada e B a saída). Depois de percorrer  $3/8$  do comprimento do túnel, o motorista ouve a buzina de um caminhão que se aproxima da saída do túnel com velocidade  $v$ . Se continuar no mesmo trajeto, o carro irá colidir com o caminhão no ponto de saída. Se o carro retornar a colisão ocorrerá na entrada. Qual a velocidade do carro em km/h? (Dado:  $v = 60\text{km/h}$ ).

## PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

### EQUILÍBRIO E CENTRO DE MASSA

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

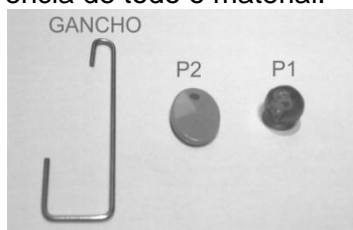
- uma base de plástico;
- uma haste de plástico com pino de metal;
- uma régua de plástico de 19 cm (vide figura 1) e massa de 11,8 gramas;



**Figura 1 – Régua de plástico**

A régua tem 13 furos alinhados, igualmente separados e posicionados no eixo de simetria horizontal da régua. Um furo adicional (indicado como a letra A) está posicionado no eixo de simetria vertical. O furo B está no centro geométrico da régua.

- dois transferidores de papel cartão;
- um saco plástico contendo dois ganchos de metal de massas iguais a 0,5 gramas, duas bolinhas de plástico (indicadas como P1) e cinco elementos de plásticos no formato de uma pétala (indicados como P2). Faça a conferência de todo o material.



**Figura 2 - Elementos que compõem o KIT**

A haste encaixa na base formando um conjunto no qual você deverá realizar os procedimentos experimentais de acordo com a montagem da figura 3 que mostra o equilíbrio da régua suspensa pelo furo A no pino de metal da haste. Monte o conjunto conforme a figura abaixo sem os ganchos e verifique o equilíbrio horizontal da régua. Manuseie o Kit Experimental e seus elementos. PROCEDA COM CUIDADO NO ENCAIXE DA HASTE NA BASE.

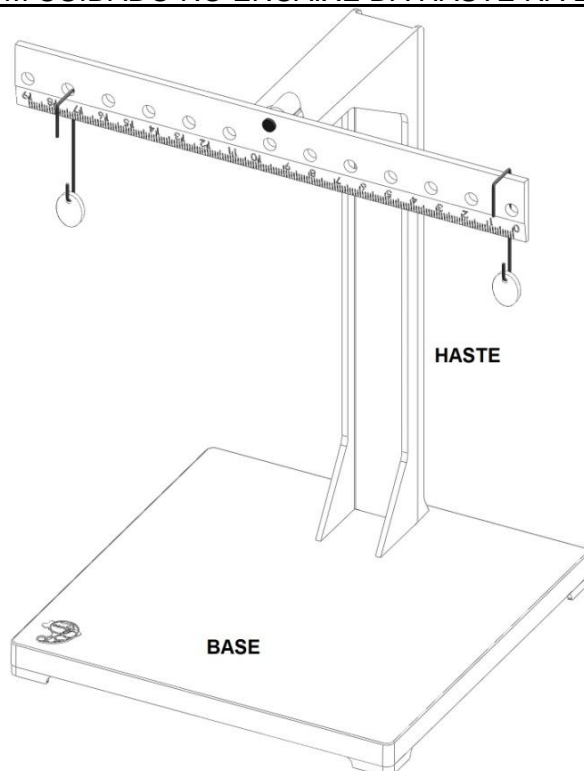


Figura 3 – Figura ilustrativa mostrando uma situação de equilíbrio com o conjunto montado

### QUESTÃO EXPERIMENTAL 1 Centro de Massa e equilíbrio

O centro de massa de um corpo rígido é o ponto onde toda a massa do corpo pode ser concentrada. O centro de massa pode coincidir com o centro geométrico do corpo.

- A régua pode ser suspensa por qualquer furo encaixado de forma adequada no pino de metal da haste. Em qual dos furos o equilíbrio é instável? Explique (use no máximo duas linhas para a resposta).
- A posição do centro de massa coincide com o a do centro geométrico da régua? Responda: SIM ou NÃO.
- Medida da posição de equilíbrio da régua: Monte a régua fixando-a pelo ponto A no pino da haste. Nesta situação definiremos a posição de equilíbrio horizontal como  $\theta=0$ . Na figura abaixo a régua esta na posição de equilíbrio estável quando um gancho (representado pela seta) é colocado em dos furos.

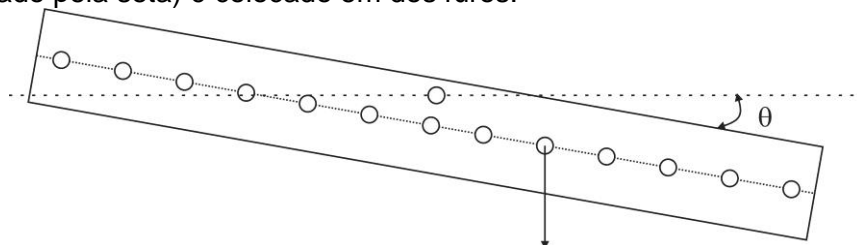


Figura 4 - Posição de equilíbrio da régua com um gancho pendurado num dos furos (indicado pela seta).

Realize medidas da posição de equilíbrio colocando o gancho nos furos de um dos lados da régua como indicado na tabela abaixo. Para a medida dos ângulos use adequadamente um dos transferidores fornecidos.

Tabela 1

Número do furo	Posição do furo na régua (mm)	Ângulo de equilíbrio (graus)
1	0	
2	15,8	
3	31,6	
4	47,4	
5	63,2	
6	79,0	
7	95,0	

Transcreva a tabela acima no caderno de respostas.

- d) Faça um gráfico do ângulo de equilíbrio (em graus) como função da posição do gancho na régua (em mm).

### QUESTÃO EXPERIMENTAL 2

#### Equilíbrio Horizontal da régua – Balança de braços iguais

Monte a régua no conjunto e obtenha a posição de equilíbrio horizontal (somente com a régua). O equilíbrio horizontal da régua pode ser modificado adicionando-se uma massa num dos lados. É possível equilibrar novamente a régua na situação de equilíbrio horizontal adicionando-se uma massa do outro lado numa posição adequada. Veja o modelo que representa a situação na figura 5.

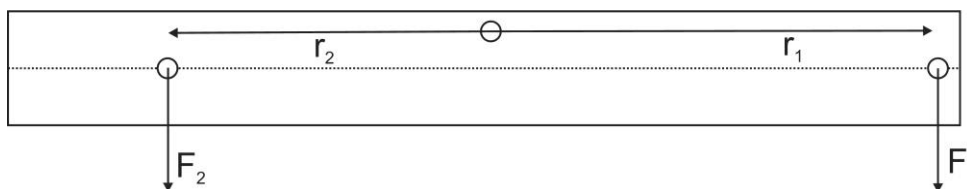


Figura 5 - Representação das forças na régua

onde  $r_1$  e  $r_2$  são as posições relativas ao centro da régua e  $F_1$  e  $F_2$  são as forças resultantes das massas. Quando o sistema encontra-se em equilíbrio horizontal temos a seguinte relação de igualdade:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2$$

- a) Coloque e mantenha um gancho no furo 1 (vide tabela 1). Com o outro gancho com os elementos P2 obtenha o equilíbrio horizontal determinando o valor de  $r_2$  e complete a tabela abaixo.

Tabela 2

Número de elementos P2	$r_2$ (mm)
1	
2	
3	
4	

Transcreva a tabela 2 para o caderno de respostas.

- b) Derive uma equação a partir da igualdade, para a massa do elemento P2 (MP2) como função da massa do gancho (MG) e dos valores de  $r_1$  e  $r_2$ . Use n com representação para o número de elementos P2.
- c) Complete a tabela abaixo com os valores calculados para a massa MP2 obtida para cada medida da tabela 2 e complete a tabela abaixo:

Tabela 3

Número de elementos P2	MP2 (gramas)
1	
2	
3	
4	

Transcreva a tabela 3 para o caderno de respostas.

- d) Compare a massa do elemento P1 (MP1) com a massa média do elemento P2 (MP2) obtida no item c).