

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2015
2ª FASE - NÍVEL C (alunos do 3º e 4º anos - Ensino Médio/Ensino Técnico)



- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos das 3ª e 4ª séries do Ensino Médio e Técnico. Ela contém **cinco questões teóricas e um procedimento experimental com duas questões**.
- 02) 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.
- 03) A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa (90) minutos**. Você poderá levar o Kit Experimental ao final da prova.

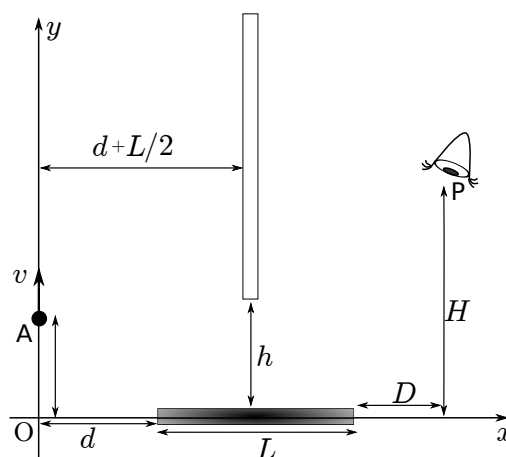
Questões teóricas

Questão 1

Uma bolinha de borracha é solta de uma altura H sobre uma superfície horizontal plana, colide com o solo e volta a subir verticalmente. A cada colisão a bola perde $p\%$ da energia que ela tinha antes da colisão. Desconsidere quaisquer outras perdas e calcule a distância total percorrida pela bolinha.

Questão 2

A propagação retilínea da luz já era conhecida pelos gregos antigos e Heron de Alexandria afirmou que “a luz sempre percorre o menor caminho possível entre dois pontos”. Com base nessa afirmação ele explicou a reflexão por espelhos planos. Na configuração ilustrada na figura ao lado (fora de escala), um raio luminoso procedente de um objeto puntiforme A , após atingir um espelho plano de comprimento L é refletido e chega ao olho do observador no ponto P . O objeto A , partindo de valores negativos de y , se move ao longo do eixo y com velocidade constante $v = 4,0$ m/s.



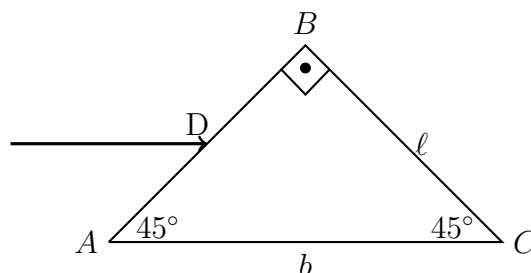
Considerando que $h = 4,0$ m, $H = 6,0$ m, $L = 1,0$ m, $d = 1,0$ m e $D = 2,0$ m, utilize o princípio de Heron para determinar por quanto tempo o observador irá visualizar a imagem do objeto no espelho.

Questão 3

Considere um recipiente cilíndrico com um êmbolo metálico móvel, de massa desprezível e carregado com uma carga $+q$. A base, de raio r , do recipiente é metálica e está carregada com uma carga $-q$. As paredes laterais do recipiente são isolantes térmicos e elétricos e possuem altura muito menor do que r . Sabendo que o recipiente contém n mols de um gás ideal, determine a capacitância do sistema em função da temperatura do gás.

Questão 4

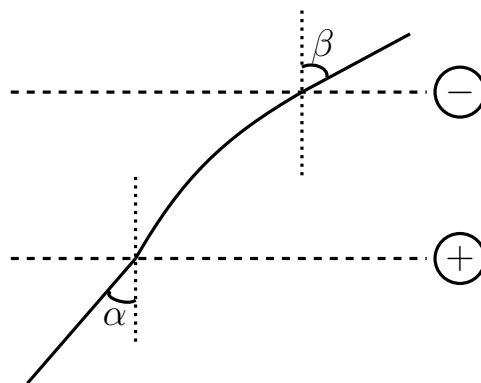
Um feixe de luz laser incide no ponto D sobre a face AB de um prisma de vidro, como indicado na figura ao lado. O índice de refração do vidro para o comprimento de onda do laser é $n = 1,5$ e o comprimento do lado AB é $\ell = 10$ cm. Determine a distância DB máxima pela qual o feixe sai pela face AC .



Considere que $\sin(28,1^\circ) \approx \sqrt{2}/3$, $\sin(41,8^\circ) \approx 2/3$, $\text{tg}(28,1^\circ) \approx 0,53$.

Questão 5

A refração é um fenômeno típico da propagação luminosa. No entanto, um sistema constituído por um feixe de elétrons e um capacitor pode apresentar características parecidas ao fenômeno da refração. Considere no vácuo um capacitor cujas armaduras são duas grades metálicas paralelas, com distância d entre elas e mantidas a uma ddp V constante. Um feixe de elétrons com energia E_0 penetra no capacitor formando um ângulo α com a armadura inferior, como indicado na figura ao lado.



Para calcular o campo elétrico no capacitor as duas grades metálicas podem ser tratadas como superfícies contínuas, que deixam passar os elétrons. Chamando β o ângulo de saída dos elétrons, mostre que a razão entre $\sin \alpha$ e $\sin \beta$ é uma constante, como no caso da luz que se propaga de um meio material para outro. Todos os efeitos gravitacionais são desprezíveis.

Procedimento Experimental

Medição da aceleração da gravidade local

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 fita métrica de 150 cm;
- um cronômetro digital;
- um transferidor;
- duas etiquetas adesivas;
- um saquinho plástico contendo:
 - uma arruela;
 - um fio de comprimento aproximado de 120 cm.

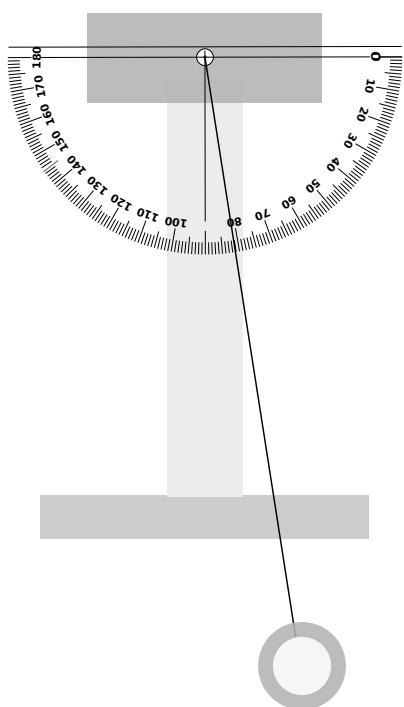


Inicialmente fixe o transferidor no pino de metal da haste de plástico e, após encaixar a haste na base de plástico, use as etiquetas adesivas para fixar a base na mesa. Amarre uma extremidade do fio à arruela e a outra extremidade ao pino da haste, conforme figura acima. Garanta que o comprimento do fio seja da ordem de um metro.

Caso tenha dificuldade em montar o pêndulo chame o seu professor e solicite ajuda.

Questões experimentais

Questão 1: Medição de g na aproximação de pequenos ângulos.



Utilizando fita métrica fornecida meça e anote o comprimento do fio, do pino de fixação na base até centro da arruela e anote o resultado.

Comprimento do pêndulo:

a) Aproximação de pequenos ângulos.

Solte o pêndulo de um ângulo menor ou igual a 10° , conforme ilustrado pela figura ao lado. Meça três vezes o período de uma oscilação completa com o cronômetro.

Período do pêndulo, medição 1:

Período do pêndulo, medição 2:

Período do pêndulo, medição 3:

Após essa medição, observa-se que os três tempos diferem bastante. Parte desse resultado, deve-se ao tempo de resposta do experimentador ao inicializar e parar o cronômetro.

O tempo de resposta pode ser estimado em 0,5 s. Para amenizar esse efeito, meça o tempo de dez oscilações completas e divida esse tempo por dez para encontrar o período do pêndulo. Dessa forma a incerteza devida ao tempo de resposta também será dividida por dez e resultará $\Delta T = 0,05$ s.

Usando a metodologia exposta, e soltando o pêndulo de um ângulo menor ou igual a 10° , determine:

Período do pêndulo:

A partir comprimento ℓ e do período T do pêndulo é possível aferir a aceleração da gravidade g por meio da seguinte relação

$$g = 4\pi^2 \frac{\ell}{T^2},$$

encontre o valor de g com uma casa decimal, e especifique as unidades.

b) Correção além da aproximação de pequenos ângulos.

A correção além da aproximação de pequenos ângulos, para a aceleração da gravidade g é dada pela da seguinte relação

$$g = 4\pi^2 \frac{\ell}{T^2} \left(1 + \frac{1}{8}\theta^2 \right), \quad \text{com } \theta \text{ em radianos.}$$

Determine o valor de g com uma casa decimal, soltando o pêndulo com um ângulo de 45° , e especifique as unidades.

Relações úteis

Expresão	Valor
$\pi/4$	0,79
$4\pi^2$	39,5
$\pi^4/32$	3,0

Questão 2: Estimativa da incerteza sobre g

O resultado de uma medição consiste sempre em um intervalo de valores possíveis para a grandeza medida. Tal intervalo é definido como

$$\boxed{(\overline{\text{Valor Médio}} \pm \text{Incerteza}) \quad \text{Unidade.}}$$

O valor de \bar{g} , o valor médio de g , e de sua incerteza Δg podem ser obtido, usando-se as seguintes relações

$$\bar{g} = \frac{g_{max} + g_{min}}{2} \quad \Delta g = \frac{g_{max} - g_{min}}{2}$$

nas quais

$$\begin{array}{ll} g_{max} = 4\pi^2 \frac{\ell}{T_{min}^2} & \text{e} \quad g_{min} = 4\pi^2 \frac{\ell}{T_{max}^2}. \quad \text{Pequenas oscilações} \\ g_{max} = 4\pi^2 \frac{\ell}{T_{min}^2} \left(1 + \frac{1}{8}\theta^2\right) & \text{e} \quad g_{min} = 4\pi^2 \frac{\ell}{T_{max}^2} \left(1 + \frac{1}{8}\theta^2\right). \quad \text{Correção} \end{array}$$

Aqui, os valores de T_{min} e T_{max} são respectivamente dados por

$$T_{min} = T - \Delta T \quad \text{e} \quad T_{max} = T + \Delta T$$

- Determine o valor da aceleração da gravidade e a incerteza associada a sua medição, de g no caso de pequenas oscilações.
- Determine o valor da aceleração da gravidade e a incerteza associada a sua medição, de g na correção além de pequenas oscilações.
- Determine se os dois valores obtidos para a aceleração da gravidade são consistentes, isto é, se há intersecção dos dois intervalos que representam os valores das medições.