

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2024

2ª FASE – NÍVEL C (Estudantes da 3ª e 4ª séries – Ensino Médio e Técnico)

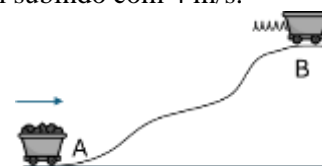


LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a estudantes da 3ª e 4ª séries do Ensino Médio e Técnico. Ela contém **cinco questões teóricas e um procedimento experimental com cinco questões**.
- 02) Além deste caderno com as questões, você deve receber um Caderno de Resoluções. 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 e trinta minutos**, com uma extensão de **até trinta (30) minutos**, devendo o aluno permanecer na sala por no **mínimo noventa (90) minutos**.

01. O carrinho A de 12 kg estava com 12 m/s na base da ladeira ondulada. No alto dessa mesma ladeira, o carrinho B de 3 kg foi abandonado a 11,2 m de altura. Eles se encontraram na ladeira a 4 m de altura. O carrinho B possuía uma mola cuja constante elástica mede 24.000 N/m, conforme figura. No encontro, a mola atingiu sua compressão máxima no exato instante que os carrinhos estavam subindo com 4 m/s. Sabendo que a aceleração da gravidade mede 10 m/s² e que os processos não geraram calor, responda às perguntas abaixo.

- a) Qual o módulo das velocidades dos carrinhos e para onde eles se movimentam imediatamente após o encontro?
- b) Qual a deformação máxima da mola?

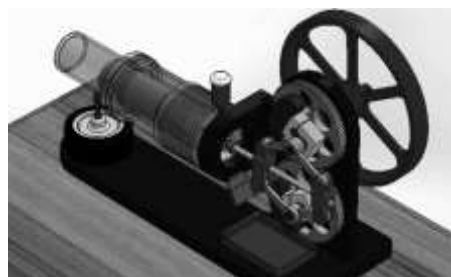
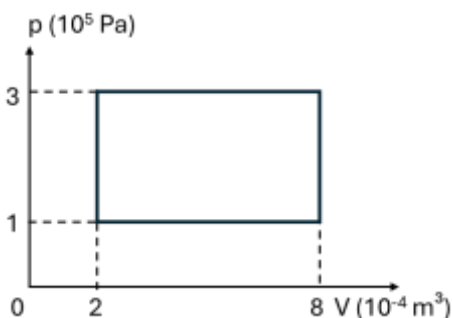


02. Uma amostra de enxofre de 20 g foi colocada no interior de uma panela com capacidade térmica igual a 6 J/°C. A amostra e a panela estavam a 20 °C e foram colocadas sobre um aquecedor elétrico ligado em uma tomada de 100 V. O fio da resistência desse aquecedor tem comprimento igual a 4 m e sua seção transversal possui área de 10⁻⁹ m². O fio que conecta a resistência à tomada possui resistência desprezível. O enxofre possui ponto de fusão igual a 120 °C, calor latente de fusão igual a 40 J/g e 1,3 J/g°C de calor específico. Considerando que todo o calor produzido pela resistência foi absorvido pela panela e pelo enxofre, ambos sempre com temperaturas iguais entre si, responda às perguntas abaixo.

- a) Quanto calor o aquecedor precisou produzir até o momento que o enxofre derreteu por completo?
- b) Se a potência do aquecedor mede 50W, quanto mede a resistividade do material que constitui o resistor desse aquecedor?



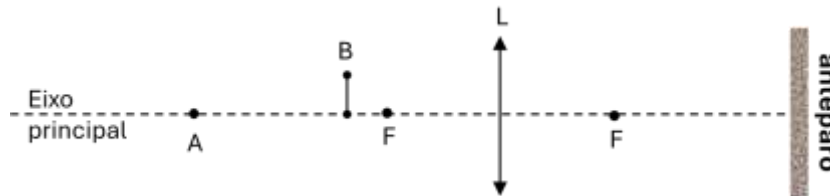
03. Um motor térmico funciona com uma amostra de gás expandindo e comprimindo conforme ciclo abaixo. Esse motor trabalha sob frequência de 50 Hz e a temperatura mínima que a amostra gasosa assume é 227 °C.



Responda às perguntas abaixo considerando que a constante dos gases ideais mede 8 J/mol.K , que 273 K equivale a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ e que a amostra gasosa comporta-se como um gás ideal.

- Qual quantidade de mol da amostra gasosa desse motor?
- Se a potência de consumo desse motor é 20.000 W , qual a diferença entre seu rendimento e o rendimento de uma máquina de Carnot trabalhando nas mesmas temperaturas limites da amostra gasosa?

04. Um objeto B de 3 cm de altura encontra-se a 15 cm de uma lente L cuja distância focal mede $f = + 12 \text{ cm}$. Um anteparo foi colocado na posição da imagem de B formada pela lente L, tudo conforme figura abaixo. Um observador A, posicionado sobre o eixo principal da lente L, conseguia ver as extremidades do objeto B e as de sua imagem projetada no anteparo. Para o observador A, o tamanho aparente do objeto ou de sua imagem é proporcional à razão entre cada um e sua respectiva distância até o observador.



Considerando que essa lente satisfaz as condições gaussianas e o objeto B e a sua imagem possuem o mesmo tamanho aparente para o observador A, responda às perguntas abaixo:

- Qual o tamanho da imagem?
- Qual a distância entre o observador A e o objeto B?

05. Uma esfera de 1 kg estava em equilíbrio presa a uma mola cuja constante elástica mede 100 N/m e cujo comprimento natural é 50 cm . Essa esfera foi puxada para baixo até que o comprimento da mola atingisse 80 cm , local de mesma altura do ponto P, conforme figura. Nessa posição, a esfera foi eletrizada com 25 nC . A mola é ideal e a resistência do ar é desprezível.

Considerando que a aceleração da gravidade, a constante de Planck e a constante eletrostática medem 10 m/s^2 , $2\pi \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ e $9 \times 10^9 \text{ N.C}^{-2}.\text{m}^2$, respectivamente, responda às perguntas abaixo sobre o que acontece a partir do momento que a esfera foi solta.

- Qual os módulos máximo e mínimo do campo eletrostático produzido pela esfera no ponto P?
- Quantos fótons serão produzidos pela esfera até que ela entre em repouso?



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2024

2ªFASE –PROVA EXPERIMENTAL

NÍVEL C (3ª e 4ª séries –Ensino Médio e Técnico)



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES A SEGUIR

- 01–Esta prova experimental destina-se exclusivamente aos alunos da 3ª e 4ª séries
- 02 – O **Caderno de Resoluções** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova. As resoluções devem ser transcritas no local indicado no Caderno de Resoluções. Respostas fora do local indicado não serão consideradas.
- 03 – Leia com atenção todas as questões da prova, antes de iniciá-la.
- 04 – Todos os resultados numéricos de medidas e cálculos devem ser expressos de acordo com as instruções específicas.

Determinação do Coeficiente de Restituição

C1. Kit Experimental

Neste experimento o(a) estudante determinará o valor do coeficiente de restituição considerando a colisão de um corpo de massa m com uma mola fixa, usando para isto o kit experimental mostrado na **Figura 1** e que consta de:

- Base de madeira com varão e mola afixados;
- Anteparo com escala milimetrada;
- Corpo de massa **30 g**.



Figura 1

C2. Coeficiente de Restituição

O coeficiente de restituição é uma grandeza adimensional que caracteriza os diferentes tipos de colisão existentes entre dois corpos. Ele é determinado pela relação entre as velocidades dos corpos envolvidos imediatamente antes e após a colisão. No caso deste experimento será determinado o coeficiente de restituição de uma mola através da colisão de um corpo que é lançado sobre essa mola fixa.

Para encontrar o coeficiente de restituição, dado por $e = \frac{v_f}{v_i}$ (v_i é a velocidade antes da colisão, e v_f é a velocidade após a colisão), usa-se os conceitos de energia potencial, $E = gmH$, e de energia cinética, $K = \frac{1}{2}mv^2$.

Primeiramente, determina-se a energia potencial do corpo ao ser lançado de uma altura H_i , na escala milimetrada; essa energia potencial se transforma em energia cinética, de modo que

$$E_i = K_i$$

resulta $gm(H_i - L_{mola}) = \frac{1}{2}mv_i^2$, em que v_i é a velocidade da massa assim que ela colide com a mola e, como a escala milimetrada inclui o tamanho da mola, L_{mola} , a distância que o corpo percorrerá até colidir é de fato menor que H_i , e deve-se levar isso em consideração para calcular a energia potencial (**Figura 2**).

Após a colisão, o corpo retorna a uma altura H_f , na escala milimetrada, cuja energia potencial pode novamente ser igualada à energia cinética, ou seja:

$$gm(H_f - L_{mola}) = \frac{1}{2}mv_f^2,$$

em que a velocidade v_f é a velocidade da massa assim que ela perde contato com a mola na sua trajetória de subida. Novamente deve-se lembrar de levar em consideração o comprimento da mola. (**Figura 3**).

Com essas informações, pode-se determinar o valor do Coeficiente de Restituição, $e = \frac{v_f}{v_i}$.

Note que, para cada altura de lançamento, resultará uma altura de retorno diferente; então, calcula-se $e = \frac{v_f}{v_i}$ a partir da média das alturas.

C2. Procedimento experimental

No experimento solta-se o corpo de massa $m = 30 \text{ g}$ de uma determinada altura (**Figura 2**) para que colida com a mola fixada na base e observa-se qual a altura de retorno do corpo (**Figura 3**). Calculando as velocidades inicial e final, determina-se o coeficiente de restituição.



Figura 2: Representação da altura de lançamento H_i



Figura 3: Representação da altura de retorno H_f (note que essa altura de retorno é mera representação)

OBS: neste experimento não será considerado o atrito entre o corpo de massa m e a haste.

C2.1 – Medidas

- ✓ Reproduza, no **Caderno de Resolução**, a **Tabela1** que se encontra no final dessa prova
- ✓ **Realize 20** lançamentos da massa m a partir de uma altura H_i escolhida anotando, para cada lançamento, o valor de H_i e a altura H_f atingida pela massa ao retornar da colisão com a mola. Preencha, com os valores obtidos, a **Tabela 1** no Caderno de Resolução

C2.2 – Questões – Responder no Caderno de Resolução

Questão 1. A partir das relações entre as energias potencial e cinética na subida e na descida do corpo, escreva o coeficiente de restituição e em termos de H_i e H_f .

Questão 2 – Considerando na **Tabela1** os dados da altura de descida $D = H_i - L_{mola}$ e da altura de retorno $R = H_f - L_{mola}$ para cada lançamento, **calcule a média de cada coluna e escreva os valores D Médio e R Médio, na referida Tabela.**

Questão 3 – Determine o coeficiente de restituição da mola (e), aplicando as relações de energia cinética e potencial desenvolvidas na **Questão 1**, usando os valores médios determinados na **Questão 2**. Dê a resposta com duas casas decimais.

Questão 4 - Como o fato de usar a média dos valores da altura de descida e da altura de retorno possibilita obter um valor mais preciso para e ? Explique.

Questão 5 – Nesta experiência você não considerou o atrito entre o corpo de massa m e a haste. Considerando uma força de atrito F_{at} constante ao longo da barra, como ficaria a expressão obtida na **Questão 1**? Explique a obtenção da expressão.

Anote no Caderno de Resolução:

$$L_{mola} = \quad m =$$

| | H_i | $D = H_i - L_{mola}$ | H_f | $R = H_f - L_{mola}$ |
|-------|-------|----------------------|-------|----------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| Média | | | | |

Tabela 1