‘

Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas 2026

Realização: SBF – SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA – www.sbfisica.org.br/olimpiadas – obfisica@sbfisica.org.br – Tel: (11) 3814 5152

Apoio: CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO; GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

2ª FASE – NÍVEL B (alunos(as) 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 compreende oito **questões teóricas e um procedimento experimental com três questões.**

02) Os Alunos da **1º série** devem escolher no máximo **5 questões teóricas**. Os alunos da **2ª sérei** também escolhem 5 questões teóricas excetuando as indicadas como **somente para alunos(as) da 1ª série**. **As Provas Experimentais da 1ª e 2ª séries são iguais**.

03) 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.

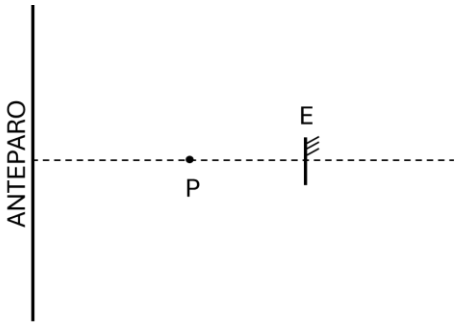
04) A duração desta prova é de **quatro horas e trinta minutos**, com uma extensão de **até trinta (30) minutos**, devendo o aluno permanecer na sala por no **mínimo noventa (90) minutos.**



01. (somente para alunos(as) da 1ª série) Um homem estava no térreo de um prédio, esperando o elevador chegar. Ele segurava uma sacola com a mão direita. A sacola continha 15 kg de mercadorias, o que obrigava o homem a exercer uma força de 150 N para mantê-la suspensa, sem tocar o solo.
Após entrar no elevador e apertar o botão do 10º andar, o elevador iniciou a subida, acelerando rapidamente durante 1 segundo. Ao atingir a velocidade de 5 m/s, passou a se mover com velocidade constante durante 5 segundos. Por fim, no último segundo antes de parar no 10º andar, situado a 30 metros de altura, o elevador desacelerou rapidamente.
a) Considerando que o movimento acelerado e o retardado foram uniformemente variados, construa um gráfico da velocidade em função do tempo e um gráfico aproximado da posição em função do tempo para todo o movimento de subida.
b) Podemos dividir o movimento em três etapas: movimento acelerado, movimento uniforme e movimento desacelerado. Determine o valor da força exercida pela mão direita sobre a sacola em cada uma dessas etapas.

02. (somente para alunos(as) da 1ª série) A mãe de João prepara sua xícara de café com leite seguindo sempre a mesma rotina. Primeiro, ela enche metade da xícara com café a 90 °C, recém-saído da cafeteira. Em seguida, espera 1 minuto antes de completar a xícara com leite a 20 °C, em temperatura ambiente. Quando questionada sobre o motivo dessa espera, ela afirma que, desse modo, a temperatura final da bebida fica maior do que ficaria se colocasse primeiro o leite e, logo depois, o café quente — apesar de nunca ter testado essa segunda situação. Considerando os processos de propagação de calor envolvidos nessa situação, responda às perguntas abaixo.
a) A mãe de João está correta? Justifique sua resposta.
b) Caso a xícara, o café e o leite não trocassem calor com os demais corpos do ambiente, a afirmação da mãe de João continuaria correta? Justifique sua resposta.

03. (somente para alunos(as) da 1ª série) Na imagem ao lado, uma pessoa observa, por meio de um espelho plano E, a imagem de um anteparo localizado atrás dela e paralelo ao espelho. Os olhos da pessoa encontram-se no ponto P, a 36 cm do espelho. O anteparo está a 48 cm do ponto P. A extensão do espelho mostrada na figura é de 24 cm. Aplicando os princípios da óptica geométrica à situação apresentada, responda às questões a seguir.
a) Qual é a extensão do anteparo que está dentro do campo visual da pessoa?
b) Mantendo fixas as posições dos elementos da cena e a extensão do espelho, qual tipo de espelho esférico aumentaria o campo visual da pessoa? Para justificar sua resposta, reproduza a figura na folha de resposta e desenhe raios luminosos relevantes para sua argumentação.

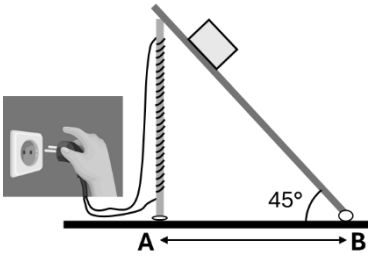


04. Preenchi com água as 18 cavidades de uma forma de gelo e a coloquei em um freezer no modo de congelamento rápido, cuja temperatura interna é de – 20 °C. Cada cavidade recebeu 20 g de água, inicialmente a 20 °C, temperatura ambiente. Considere que o calor específico da água no estado líquido é 1 cal/g.°C e que, no estado sólido, esse valor é reduzido à metade. Considere também que o calor latente de fusão da água é 80 cal/g, Com base em seus conhecimentos de Termologia, responda às perguntas a seguir.



a) Qual é a quantidade total de calor perdida pela água colocada na forma de gelo até entrar em equilíbrio térmico com o interior do freezer? Apresente a resposta em kcal.
b) De maneira ingênua, o funcionamento do freezer parece contrariar a segunda lei da Termodinâmica. Explique, qualitativamente, como um refrigerador/freezer consegue retirar calor de seu ambiente interno e transferi-lo para o ambiente externo, mesmo estando este mais quente que aquele.

05. Um bloco de vidro descia por uma rampa de vidro mantida com inclinação de 45° por uma haste vertical de concreto fixada ao solo no ponto A, conforme mostra a imagem. A outra extremidade da rampa estava presa ao solo por uma dobradiça no ponto B. Em outro momento, o bloco foi colocado em repouso no meio da rampa, permanecendo parado devido ao atrito entre as superfícies de vidro, cujos coeficientes de atrito estático e cinético eram, respectivamente, 1,002 e 0,400. A haste de concreto foi envolvida por um fio condutor que, ao ter suas extremidades conectadas a uma tomada, aquece a haste. Quando aquecida, a haste se dilata, aumentando a inclinação da rampa. Considerando que o coeficiente de dilatação linear do concreto é $1{,}0\times10^{-5}\ °C^{-1}$ e que g=10 m/s², responda às perguntas a seguir.



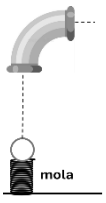
a) Aproximando o seno e o cosseno de 45° por 0,7, determine a aceleração do bloco enquanto ele descia a rampa.
b) Qual deve ser a variação de temperatura da haste de concreto para que o bloco fique na iminência de entrar em movimento se colocado em repouso no meio da rampa?

06. Por algum tempo, uma pequena caixa de presente de 4,4 g permaneceu parada no ar, sustentada apenas por um balão de látex de 4,0 g preenchido com 12 litros de uma mistura gasosa homogênea em equilíbrio térmico com o ar ao seu redor. O ar atmosférico apresentava densidade de 1,2 kg/m³, temperatura de 27 °C e pressão de 96 kPa. Devido à força elástica exercida pelo balão, a pressão da mistura gasosa em seu interior era 4,0 kPa maior que a pressão atmosférica externa. Considerando que a constante universal dos gases ideais vale 8 J/mol·K, que g = 10 m/s² e que 273 K corresponde a 0 °C, responda às questões abaixo.



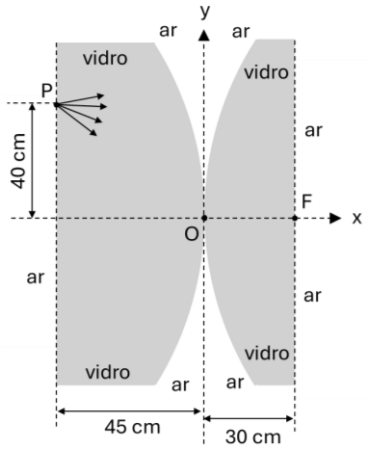
a) Qual é o número de mols da mistura gasosa no interior do balão, considerando que ela se comporta como um gás ideal?
b) Qual é a densidade da mistura gasosa?
Dica: 1 L = 1 dm³.

07. Uma esfera de 2 kg iniciou seu movimento a 20 cm do solo, impulsionada pela descompressão de uma mola cuja constante elástica era de 5.600 N/m. Durante esse movimento, a esfera subiu verticalmente até entrar em um tubo curvo, do qual saiu horizontalmente com velocidade de 4 m/s, a uma altura de 80 cm em relação ao solo, conforme mostra a figura. Considerando g = 10 m/s² e desprezando as forças dissipativas, responda às questões abaixo.



a) Qual era a deformação inicial da mola no instante em que ela começou a se descomprimir?
b) Qual é o alcance horizontal da esfera após sair do tubo?

08. Dois blocos de vidro, cada um com uma face esférica e as demais planas, foram justapostos com as faces esféricas voltadas uma para a outra, formando uma lente delgada gaussiana de borda grossa, conforme a figura em anexo. Nela, podemos identificar um dos focos (F) da lente e seu centro óptico (O), adotado como origem de um plano cartesiano cujo eixo das abscissas coincide com o eixo principal da lente. Na superfície de um dos blocos, uma fonte pontual de luz (P) emite um feixe de raios que atravessa a lente. Sabe-se que o índice de refração do vidro que compõe os blocos é 1,5, enquanto o do ar é aproximadamente 1,0.



Responda às perguntas abaixo sobre a situação descrita.
a) Quais são as coordenadas do ponto imagem formado pela lente, considerando a fonte P como ponto objeto?
b) Um dos raios de luz emitidos pela fonte P incide na lente paralelamente ao seu eixo principal. Verifique se esse raio de luz sofreu reflexão total ao tentar emergir do conjunto de blocos de vidro apresentado?
Dica: como a lente é gaussiana, pode-se desconsiderar sua espessura para efeito de cálculo.

Prova Experimental Nível B- OBFEP 2026

Determinação da aceleração da gravidade usando uma distribuição de medidas experimentais

Kit experimental

- haste fixada ao pivô, rolamento
- 2 paredes laterais
- 1 cronômetro
- 1 conector horizontal
- 1 vareta limitadora

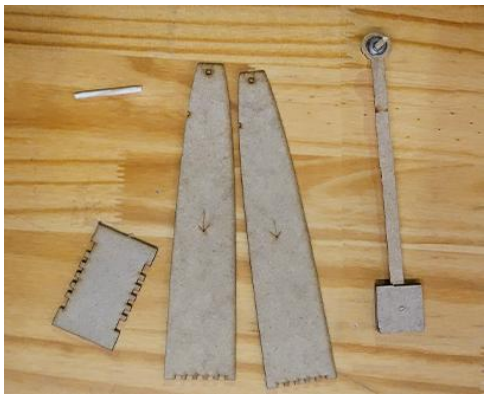


Figura 1

Pêndulo- Teoria

Pêndulo é um sistema mecânico que, sob a ação de forças restauradoras (força peso, força elástica de uma mola), realiza movimentos periódicos de uma massa em torno de um eixo chamado de pivô. O pêndulo pode ser usado para estudar o movimento harmônico simples, medir a aceleração da gravidade etc.

Uma oscilação acontece quando o pêndulo, após ser retirado de uma dada posição retorna à posição inicial, ou seja, ele vai e volta; o tempo entre ir e voltar é o período T de uma oscilação. Deslocando a haste (vide Figura 3), o pêndulo oscila em torno do ponto de equilíbrio. O período de um pêndulo considerado simples, para pequenos ângulos, é dado pela fórmula

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\ . \qquad (1)$$

onde L é o comprimento do pêndulo, e $\boldsymbol{g}$ **é a aceleração da gravidade local**.

Para pequenos ângulos, a amplitude da oscilação (o ângulo formado entre o ponto de maior deslocamento do pêndulo e a reta vertical da posição de equilíbrio) não influencia a duração do período.

O que é incerteza?

Neste experimento vamos fazer uma introdução a incertezas e encontrar o valor da aceleração da gravidade a partir de métodos estatísticos.

A incerteza é um valor associado ao resultado de uma medição, seja devida ao instrumento ou obtida a partir de um conjunto de medidas. Este valor caracteriza o intervalo de valores que podem ser atribuídos ao que está sendo medido. Quanto maior a incerteza, menos sabemos a respeito da grandeza medida e quanto mais soubermos, menor será a incerteza.

Todo valor de uma grandeza física, obtido experimentalmente, possui uma incerteza associada, ou seja, o valor medido pode não ser exatamente o valor verdadeiro; a *incerteza* indica o valor máximo para o possível desvio desse valor. Assim, podemos afirmar que o valor verdadeiro a de uma grandeza física A está **contido** num intervalo centrado num *valor mais provável* (por exemplo, um valor médio) dado por

$$\overline{a} = \frac{(a_1 + a_2 + \cdots + a_n)}{n} \tag{2}$$

sendo então escrito como

$$a = \bar{a} \pm \Delta a\,, \tag{3}$$

em que $\bar{a}$ é o valor médio das medidas $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$ e Δa é a incerteza associada, que indicaremos como calcular no Procedimento Experimental.

Incerteza da medição

Usando um instrumento digital, como um cronômetro, o valor de tempo t medido pode aparecer conforme a Figura 2.

Observe que, como o menor valor medido neste cronômetro é de 0,01 diz-se ser ele tão preciso quanto 0,01 s, ou seja, a menor unidade de tempo de sua escala.

A incerteza da medição, ou resolução do aparelho, é diretamente relacionada ao menor valor que pode ser lido na escala. Resumindo: para o caso de instrumentos digitais considera-se que a incerteza é igual ao menor valor da escala de medição. Na presente experiência, vamos expressar valores de medidas até o segundo dígito após a vírgula, ou seja, consideraremos a incerteza $\Delta \mathrm{T} = 0{,}01\mathrm{s}$.



Figura 2

Tratamento Estatístico

Suponha que tenhamos um conjunto de medidas $a_1, a_2, \ldots\ a_n$ de uma grandeza A. Pela Estatística tem-se que:

1. O **valor médio** dessa grandeza será dado pela equação (2)
2. O **desvio padrão ao quadrado** (Σ^2), cuja raiz quadrada representa a dispersão dos resultados, será dado por

$$\Sigma^2 = \frac{[(a_1 - \overline{a})^2 + (a_2 - \overline{a})^2 + \cdots + (a_n - \overline{a})^2]}{(n-1)} \tag{4}$$

3. A **incerteza estatística ao quadrado** ($\boldsymbol{\partial^2}$), será: $\partial^2 = {\Sigma^2}/{\mathrm{n}}$
4. A **incerteza estatística de** A, será dada por: $\Delta A = \sqrt{\partial^2}$

O experimento

Montagem (ver figura1 e figura 3):

1. Encaixe as duas paredes laterais no conector horizontal (base), mantendo os orifícios alinhados.
2. Insira o eixo (pivô) da haste do pêndulo nos orifícios das paredes laterais.
3. Verifique se a haste do pêndulo oscila livremente em um plano vertical, perpendicular à superfície de apoio.
4. Por fim, encaixe a vareta limitadora do movimento nos respectivos cortes, conforme mostrado nas fotografias.

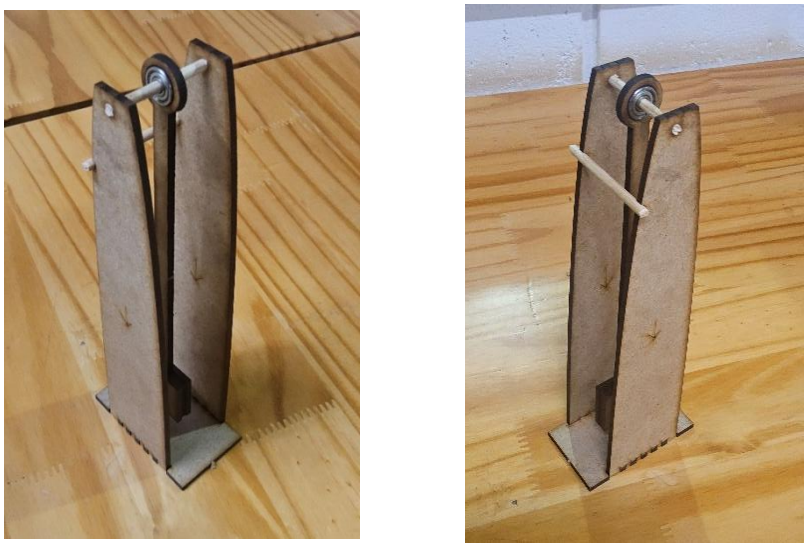


Figura 3

O experimento será baseado no modelo de pêndulo físico, que considera a haste como um *corpo extenso*, ou seja, que possui massa; neste caso devemos usar a posição do centro de massa do sistema (haste + massa) e, assim, o comprimento L "efetivo", que usaremos na equação (1), é a distância entre o pivô (eixo) e o centro de massa; considere essa distância L igual a 14cm.

Procedimento experimental

ATENÇÃO: A Tabela e as Questões devem ser respondidas na página 4 do Caderno de Resoluções.

1. Mova a haste do pêndulo até encostar na vareta limitadora
2. Solte a haste ao mesmo tempo que aciona o cronômetro
3. Conte 10 oscilações (vai e volta) e, ao chegar na décima, pare o cronômetro e anote o tempo em segundos (s)
4. Repita **cinco vezes** o **passo 3** e construa, no **Caderno de Resolução,** a Tabela a seguir

Medidas(i)	Tempo de 10 Oscilações (t_i) em segundos	Período $T_i = t_i/10$ (em segundos)
1ª Medida		
2ª Medida		
3ª Medida		
4ª Medida		
5ª Medida		

Tabela 1 - Obs.: **arredondar**, para duas casas decimais, os valores obtidos

Questões

Questão 1: Construa, no Caderno de Resolução, a **Tabela 2** (abaixo) e a preencha seguindo os passos:

a) Usando os valores de T_i da **Tabela 1** e a equação abaixo,

$$g_i = \frac{4\pi^2 L}{T_i^2}, \tag{5}$$

em que, usando $\pi = 3$ e $L = 14\ cm$, resulta em

$$g_i = \frac{504}{T_i^2},$$

calcule g_i para cada um dos períodos.

b) Calcule o **valor médio** de $\boldsymbol{g}$, notado por $\bar{g}$, usando a expressão abaixo, em que n é o número de medidas

$$\overline{g} = \frac{(g_1 + g_2 + \cdots + g_n)}{n}$$

c) Calcule $(g_i - \bar{g})$ e $(g_i - \bar{g})^2$

Medidas (i)	g_i	$(g_i - \bar{g})$	$(g_i - \bar{g})^2$
1ª Medida			
2ª Medida			
3ª Medida			
4ª Medida			
5ª Medida			

Tabela 2 - Obs.: **arredondar**, para duas casas decimais, os valores obtidos

Questão 2: Com os valores da **Tabela 2,** determine:

(a) o **Desvio Padrão ao Quadrado:** $\Sigma^2 = \frac{[(g_1-\bar{g})^2+(g_2-\overline{g})^2+\cdots+(g_5-\overline{g})^2]}{(n-1)}$

(b) a **Incerteza Estatística ao Quadrado,** $\partial^2 = {}^{\Sigma^2}/_{\mathrm{n}}$

(c) a **Incerteza Estatística** $\Delta g = \sqrt{\partial^2}$, obtida na medida da aceleração da gravidade.

Questão 3: a) Escreva (ver expressão 3) o **valor de $\boldsymbol{g}$** incluindo **a incerteza estatística** Δg.

b) Qual o efeito da medição de 10 oscilações na determinação de cada período T_i? Explique.